

JUN 10 1959

FISH & WILDLIFE SERVICE

ANNUAL REPORT
OF THE
JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES
RESEARCH LABORATORY

No. 4

(FIRST VOLUME)

1958

P.1-13
43-56
CV
TB

日本海区水産研究所研究年報

第 4 号

(第 1 分冊)

昭和 33 年

日本海区水産研究所

新潟市万代島

JAPAN SEA REGIONAL FISHERIES

RESEARCH LABORATORY

NIIGATA, JAPAN

本号は2分冊をもつて完結する

THIS ISSUE OF THE ANNUAL REPORT
IS COMPLETED BY TWO VOLUMES

昭和33年12月25日発行

PUBLISHED DECEMBER 25, 1958

編集委員会

内橋 潔・加藤 源治・野口 栄三郎
深 滝 弘・西村 三郎・宮田 和夫
佃 信夫

編集事務

西村 三郎・深 滝 弘・佃 信夫

受 領 書

昭和 年 月 日

日本海区水産研究所長 殿

住 所

氏 名



日本海区水産研究所研究年報 第4号第一分冊

第二分冊

上記図書受領いたしました。

目 次

岡地伊佐雄：漁獲統計からみた日本海産魚族の分布構造—I.	
対馬暖流系魚族の来游の消長.....	1
岡地伊佐雄：日本海産トビウオ類の形態的特性と成長.....	15
伊 東 祐 方：マイワシの孵化時間と水温との関係.....	25
伊 東 祐 方：プランクトン・ネットによる卵・稚仔採集量の信頼性.....	33
伊 東 祐 方：能登西岸定置網の漁況変動についての一考察.....	43
伊東祐方・西村三郎：プランクトン・ネットの濾水率に関する実験.....	57
伊東祐方・笠原昭吾：海流封筒の漂着状況からみた日本近海におけるマイワシ卵・稚仔の 移行—I. 1957年の結果について.....	65
笠 原 昭 吾：1956年春季能登近海の表層流とマイワシ卵・稚仔の移行についての考察.....	77
西 村 三 郎：ネット採集によるプランクトン標本中にみられるマイワシ卵の卵黄崩壊現象と それに関連した 2, 3 の問題.....	87
西 村 三 郎：中部日本海産マサバの摂餌に関する一知見—トガリサルバの摂餌について.....	105
西 村 三 郎：熱帯・亜熱帯性動物—とくに魚類—の日本海への流入ならびにその内部に おける移動に関する一考察.....	113
渡 辺 和 春：対馬暖流水域におけるマイワシ当才魚の脊椎骨数.....	121
渡 辺 和 春：日本海におけるカタクチイワシの脊椎骨数の変異について.....	135
渡 辺 和 春：日本海におけるカタクチイワシの成長について.....	147
大 内 明：日本海におけるハタハタ地方群とその生態・形態学的特性について.....	153
尾形哲男・大内明・佐藤信夫：日本海におけるスケトウダラ（アカガレイ・その他の 底棲魚類を含む）の標識放流調査—I. 1956—57年の調査結果.....	165
渡 辺 徹：日本海西南海域における底魚資源研究—II. ソウハチの成長型にあらわれた cline-分布.....	181
小 川 良 徳：マイワシの成長に伴う脳髓形態の変化について.....	189
柘植秀臣・島村初太郎：深海魚（ <i>Cyclothone microdon</i> , <i>Gonostoma ritiogi</i> , <i>Coryphaenoides</i> <i>acrolepis</i> ）の脳の研究（英文）.....	197
柘植秀臣・金山行孝・山岸宏：下等脊椎動物の条件反射に関する研究—VIII. 金魚と エンジェル・フィッシュの条件制止（英文）.....	221

CONTENTS

OKACHI, I. : Studies on the distribution and structure of the fish fauna in the Japan Sea by catch statistics—I. Seasonal distribution and fishing condition of the fishes in the Tsushima Warm Current system. (In Japanese)	1
OKACHI, I. : Studies of morphological characteristics and growth of the flying fishes caught in the Japan Sea. (In Japanese)	15
ITO, S. : On the relation between water temperature and the incubation time of sardine (<i>Sardinops melanosticta</i>). (In Japanese)	25
ITO, S. : Variability of catches in the vertical net haul of fish eggs and larvae. (In Japanese)	33
ITO, S. : Some considerations on a long-term fluctuation found in the catch by summer set-nets on the west coast of Noto Peninsula in the Japan Sea. (In Japanese)	43
ITO, S. and S. NISHIMURA : Experiments on the filtering rate of the Maru-Toku type plankton net used in Japan for quantitative sampling. (In Japanese)	57
ITO, S. and S. KASAHARA : Drift of sardine eggs and larvae in the surrounding waters of Japan as discussed by the results of drift envelope release experiments—I. Discussion for the 1957 season. (In Japanese)	65
KASAHARA, S. : A study on the surface currents in the adjacent waters of Noto Peninsula in spring of 1956, with a consideration upon the drift of sardine eggs and larvae. (In Japanese).	77
NISHIMURA, S. : Occurrence of the abnormal sardine eggs in the plankton sample obtained by net hauling, with some ecological notes thereupon. (In Japanese)	87
NISHIMURA, S. : Quelques remarques sur l'ingestion du salpe, <i>Salpa fusiformis</i> CUVIER, chez les maquereaux pêchés dans la Mer du Japon orientale. (En japonais)	105
NISHIMURA, S. : A short note on the penetration into and the migration in the Japan Sea of some tropical and subtropical aquatic animals. (In Japanese)	113
WATANABE, K. : Variation in the vertebrae number of O-age sardine in the Tsushima Current region of the Japanese Islands. (In Japanese)	121
WATANABE, K. : On the variation in the vertebral count of the anchovy in the Japan Sea. (In Japanese)	135
WATANABE, K. : Growth of the anchovy in the Japan Sea. (In Japanese)	147
OUCHI, A. : On the two groups of sand-fish in the Japan Sea with special reference to the morpho-ecological characters. (In Japanese)	153
OGATA, T., A. OUCHI and N. SATO : Tagging experiments on the Alaska pollack in the Japan Sea—I. Results of the experiments made in 1956—57. (In Japanese)	165
WATANABE, T. : The population studies of the bottom fishes in the southwestern region of the Japan Sea—II. Cline distribution observed on the growth of plaice, <i>Cleisthenes herzensteini</i> (SCHMIDT). (In Japanese)	181
OGAWA, Y. : On the transformation of brain following the growth of Japanese sardine. (In Japanese)	189
TSUGE, H. and H. SHIMAMURA : Study on the brains of the deep sea fishes, <i>Cyclothone microdon</i> , <i>Gonostoma ritiogi</i> and <i>Coryphaenoides acrolepis</i>	197
TSUGE, H., Y. NAKAYAMA and H. YAMAGISHI : Studies of the conditioned reflex in the lower vertebrates—VIII. Conditioned inhibition in gold-fish and angel fish.	221

日本研年報 (4) : 1-13, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4) : 1-13, 1958.

漁獲統計からみた日本海産魚族の分布構造 — I.

対馬暖流系魚族の来游の消長

岡 地 伊 佐 雄

Studies on the Distribution and Structure of the Fish Fauna in the Japan Sea by Catch Statistics — I.

Seasonal Distribution and Fishing Condition of the Fishes in the Tsushima Warm Current System

BY

ISAO OKACHI

Abstract

The author studied the catch fluctuation and seasonal distribution of Flying fishes, Frigate mackerels, Striped marlin, Bluefin tuna and Dolphin fishes caught in the Japan Sea from 1952 to 1957, by comparing the mean monthly catch and mean monthly surface water temperature in each prefecture on the coast of the Japan Sea and the East China Sea, the next results being ascertained:

1. Among these fishes, Bluefin tuna were found first to come to the Japan Sea in the spring to summer, followed one after another by Flying fishes, Frigate mackerels, Striped marlin, and Dolphin fishes. When the water temperature begins to decrease since September, these fishes leave the Japan Sea in the reverse order. But, the adult Flying fishes only are exceptional to this and no longer caught after September. As for the cause of this phenomenon, the author imagines that the adult Flying fishes may die after spawning in the early summer.

2. It is considered that the fishes above mentioned are tropical or subtropical and transferred into the Japan Sea by the Tsushima Warm Current strengthened from the spring to summer, but they have respective habitats by selecting different water temperatures.

3. The catches of the Bluefin tuna and Frigate mackerels are larger in the autumn leaving season than in the spring coming one to the Japan Sea. This reason may be partly to be sought in the west prevailing wind seen from the autumn to the winter in the northern district of the Japan Sea, suggesting also that Dolphin fishes leaving the Japan Sea so early are exceptional to this rule.

I. 緒 言

日本海は黒潮暖流から分岐した対馬暖流，東朝鮮暖流等の暖流水系，日本海中央寒流，沿海州寒流等の寒流水系及び下層冷水，固有冷水等の各水系によって構成されている。

このような水系によって構成されている日本海を生態学的な立場から一つの生態系として考えれば，それは更に低次元段階として個々の水系を単位とした生態系の組合せとして認識される。更にまたその単一水系における生態系の中では，各個の種集団が相互に関連を有しながら生活していることにもなる。そして，これらの生態系における生物の分布構造の一端は人間の漁獲行為によって察知されるが，筆者はその結果としての各魚種別地域別時期別漁獲量統計から，今回は対馬暖流系魚族としてのトビウオ類，ソウダカツオ，シイラ，マグロ，マカジキ等の主として日本海における分布状況を述べることにした。将来は日本海における他の水系における同様の研究も行い，日本海における魚類の群集構造の総合的な *pattern* を把握し，それと各水系の海洋構造，他生物との関連等をあわせて，動的有機的な群集構造の実態究明を目的とするものである。

以下，本論を進めるにあたって種々御援助を賜わった日本海区水産研究所長理学博士内橋潔，同資源部長加藤源治，同伊東祐方技官，同永田俊一技官，同深滝弘技官，同西村三郎技官の諸氏に衷心より御礼を申し上げる。

II. 材料及び方法

本報告に使用した基本的な資料は，昭和27年から同32年までの海面漁業漁獲統計表並びに水産統計月報で，東支那海区，日本海西区及び同北区における各府県別月別のトビウオ類，ソウダカツオ，シイラ，マグロ，マカジキの各魚種の漁獲量の上記年間における平均値を求め，その結果をそれぞれの魚種の平年漁況として考察の根幹とした。なお，この際，上記統計では重量単位を1,000貫とし，これに満たない端数は切捨て，また単位に満たないすなわち1,000貫以下の漁獲量は0として扱っているのので，ここでは表に示めされた数量にすべて500貫を加重し平均値を算出した。また，表面水温の月変化は海洋調査要報の沿岸定地観測表によった。

III. 各魚種の動態

1. トビウオ類 *Exocoetidae*

日本海で漁獲されるトビウオ類はカクトビまたはカクアゴと称されるツクシトビウオ *Cypselurus heterurus döderleini* ABE とマルアゴともいわれるホソトビ *C. opisthopus hiraii* ABE の成魚が主要なもので，他にアリアケトビウオ *C. staraki* ABE，ハマトビウオ *C. pinnatifaratus japonicus* (FRANZ) 等も若干混獲されている可能性はあるが，この点についてはまだ不明である。

石川県から青森県に至る沿岸（以下日本海北区とする）で行われるトビウオ漁業は，刺網と定置網が主要なもので，この両漁業によって同海区のトビウオ漁獲量の大半を水揚げしている。福井県から山口県まで（以下日本海西区とする）では刺網，定置網に加えトビウオを主対象にした小型旋網による漁獲が主なものである。福岡県から鹿児島県までの九州西岸（以下東支那海区とする）ではこれらに加え，敷網，地曳網，船曳網でも相当漁獲されている。いずれにしてもトビウオ漁業の大きな特徴はどの形態の漁業でもごく沿岸で操業されるということである。これはトビウオの生態と関連して興味ふかいものである。

先述の方法で求めたトビウオの平年漁況を考察すると，鹿児島県では5月に漁獲が最も多く，ついで6月が多い。佐賀，熊本両県の漁獲は僅少であるが，やはり5,6月に多く，長崎県では6月にもつとも多く9月はそれにつぐ。福岡県では6月が最高で5月がそれにつぐ。日本海区では山口県から新潟県までは6月がもつとも多く，ついで7月に多くなり，山形，秋田，青森の各県では7月がもつとも多い。1年を通じて鹿児島県では少量ながら絶え間なく漁獲されているが，それ以外の九州沿岸では4月から11月まで，日本海の沿岸では5月から10月まで最盛期以外に少量の漁獲があるが，それ以外の月で漁獲されることは珍しい。と

Table 1. Mean catch of Flying fishes by month and prefecture from Jan. 1952 to July 1957.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Month Prefecture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aomori	—	—	—	—	0.1	0.8	2.7	0.4	—	—	—	—
Akita	—	—	—	—	—	3.2	4.3	0.7	0.1	—	—	—
Yamagata	—	—	—	0.1	0.2	3.2	14.0	0.4	—	—	—	—
Niigata	—	—	—	—	0.4	43.3	38.5	0.7	0.1	—	0.1	—
Toyama	—	—	—	—	0.9	13.3	8.7	0.9	0.3	0.3	—	—
Ishikawa	0.1	—	0.1	—	2.5	39.2	26.8	0.7	0.2	—	—	—
Fukui	—	—	—	—	6.8	65.2	35.3	0.7	1.4	0.6	—	—
Kyoto	—	—	—	—	2.8	43.2	25.0	0.5	1.6	0.7	0.1	—
Hyogo	—	0.1	0.2	—	1.0	16.8	7.5	0.1	0.1	—	0.1	—
Tottori	—	—	—	—	29.7	162.2	61.8	0.4	—	—	—	—
Shimane	—	—	—	0.1	16.5	133.0	62.0	0.7	1.3	0.4	0.1	—
Yamaguchi	—	—	—	—	43.5	145.8	29.7	0.3	0.3	0.4	—	—
Fukuoka	0.3	0.1	—	0.4	15.7	34.7	7.7	0.2	2.5	1.1	0.1	—
Saga	—	—	—	0.9	1.7	3.8	0.3	0.2	0.8	0.1	0.1	—
Nagasaki	0.1	—	0.1	0.3	29.0	163.3	36.0	3.1	88.9	35.5	3.1	9.3
Kumamoto	—	—	—	—	2.0	0.8	0.2	0.2	—	—	—	—
Kagoshima	0.4	5.3	7.3	7.0	243.0	220.2	21.5	2.9	1.3	2.1	0.5	0.3

Table 2. Yearly catch of Flying fishes by regions.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Year Region	1952	1953	1954	1955	1956
Grand Total	2,500	2,132	2,173	3,157	3,958
Hokkaido	0	—	—	0	0
North Pacific	10	0	0	1	21
Middle Pacific	263	405	546	658	761
South Pacific	226	169	181	281	244
East China Sea	953	697	562	1,251	1,241
West Japan Sea	910	679	688	763	1,366
North Japan Sea	129	177	190	197	315

くに新潟以北では5月から8月の間に漁獲されその他の月にはほとんど漁獲されない。以上を通観すると、長崎県から山口県を経て新潟県に至る間の漁獲の山は6月であり、山形県から青森県では7月と極めて速やかな漁況の推移がみられる。そしてこの6,7月を中心としたトビウオの漁獲は、トビウオの産卵のための接岸を利用したものであり、刺網、定置網等にしばしば附著卵を産みつけているのを観察することができる。そしてトビウオは夕刻から朝にかけてもつとも接岸するものと思われ、従つて刺網も夕刻投網し朝揚網している。定置網での漁獲も朝夕2回の揚網の際の漁獲量を比較するとトビウオの漁獲は朝網の方が多いこともこれを裏付けしている事実である。以上、月別漁獲量の推移等からトビウオ成魚の日本海を北上する動態は明らかになったが、南下の傾向は福井、京都、福岡、佐賀、長崎の諸府県にみられる9月の漁獲の山でわずかに察知されるが、この秋期の漁獲の多い長崎県での漁獲物はその大部分がホソトビとツクシトビウオの未

成魚で、全長が12~18cmの当才魚であるので、おそらく日本海沿岸の秋期の漁獲もこれらの未成魚であろうと思われる。したがって、成魚の南下についてはその追跡が漁獲の面からは知り得ないことになる。この成魚の南下についての問題は後述することにする。

次に、トビウオの豊凶漁年と平年との比較をすると、昭和27年から同31年の間でもつとも漁獲の多かつた31年には、新潟県の最盛期が平年で6月にみられるのが7月であつた他、他府県での最高を示す月の変化はなかつた。しかしながら、盛期である6,7月のそれぞれの漁獲量の比率をみると、豊漁であつた31年では平年に比べて7月の漁獲割合が多くなっている。凶漁であつた昭和27年の日本海北区及び昭和28年の日本海西区ではともにその逆に7月の漁獲割合がとくに少くなっていることが特徴である。更に興味深いのは、先述のように秋期長崎県で漁獲されるのは、ホソトビ、ツクシトビウオ等の未成魚で、翌年の夏、産卵群として漁獲されるものであるが、長崎県の9月のこの未成魚の主とする漁獲量は平年で約9万貫である。ところが昭和30年にはこれが約21万貫も漁獲され、又、日本海西区でも9月の漁獲量が約1万4千貫あつたが、その翌年、昭和31年には先述のとおり日本海北西両区とも豊漁となつている。しかしながら、昭和30年の東支那海区では前年の約2倍、翌31年よりもやや上回つた漁獲をみているが、29年の秋期の未成魚の漁獲は約4.3万貫少い点から、未成魚の漁獲と翌年の成魚の漁獲との関係はまだまだ未解決の問題を残していると思われる。

次に沿岸水温と漁獲の関係であるが、沿岸定置観測の資料によると日本海に来遊しはじめるのは、沿岸表面水温が約17℃から20℃の間で、北上の速度もその水温の変化と大体併行し、青森県沿岸では7月に約19℃になると盛漁期になる。一般的にみて、日本海におけるこれらトビウオ類の成魚の接岸時の棲息水温は大体17~24℃の間とみられ、もつとも漁獲の多いのは19~20℃の水温になる時期である。鹿児島県馬毛島方面での初夏のトビウオ漁期の水温は日本海方面よりやや高温に傾き20~25℃の間となつている。

2. シイラ *Coryphaena hippurus* LINNÉ

表層游泳性魚類で極めて洄游の生態を有し、主な分布域は本州中部以南、支那海、台湾、南洋諸島、東印度諸島 **Hawaii, California**, 地中海、大西洋等世界的に分布している。年によつては北海道の留萌、日高、網走地方で8月頃若干漁獲されることもある。シイラの中には一部島根近海でエビスシイラ *C. equisetis* LINNÉ が混獲されているがこれはごく少量らしい。

シイラの日本沿岸全域の海区别漁獲量をみると、日本海西区及び東支那海区で全国総漁獲量の約60%近くも漁獲し、ついで太平洋南区（和歌山県~宮崎県）と中区（千葉県~三重県）約30%を漁獲している。このことは同じく洄游性、亜熱帯性熱帯性で黒潮系、暖流水系とを生活領域とするソウダカツオが、太平洋南、中区で全国の80%を漁獲しているのに対比し、それぞれの生態や生活領域のすみわけを考察する上において興味深いものがある。

日本海西区、東支那海区でのシイラ漁業の根幹をなすものは、外洋に面した深所に竹を束ねた浮標を設置し、その周囲に集る魚群を釣または旋網によつて漁獲するシイラ漬漁業でこの他に釣、延縄、定置網による漁獲がある。日本海北区では、この漬漁業と釣、延縄、定置網による漁獲とで総水揚げを3分している形である。

平年漁況としては6月から年末まで漁獲があり、兵庫県以西では8月に、福井県以北では6月にもつとも漁獲が多くなっている。ただ、富山県と京都府は漁獲の山が10月にみられているが、いずれも年1回の山をしめす1過的な漁況の型である。また富山県でごく少数ではあるが1月に漁獲のあつた年もあるのが特異な現象である。東支那海区の熊本県以北では5月から年末まで漁獲があつて、7月と10月の年2回に漁獲の山がある。ただし熊本県のみは若干異つた様相を示し、8月に1回の山がみられるのみで、又、漁期も6月から10月の短期間であるが、これは熊本県の立地条件が他と異なることによるものであろう。鹿児島県では周年漁獲があり、4月と9月の2回に山がある。しかし年間の漁獲量は福岡県、長崎県等に比べ少く、その $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ の程度である。これは先述のソウダカツオと対比したシイラの分布、生態の相異と考えあわせ同じ意味で興味のある現象である。以上を通観すると5月に九州西岸に來遊を始め対馬暖流の動きと共に日本海に入り日本海では6月に初漁をみることが多い。主群の動きを漁獲の山の推移から追跡すると、東支那海で7月、

Table 3. Mean catch of Dolphin fishes by month and prefecture from Jan. 1953 to July 1957.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Prefecture \ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aomori	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.3	0.3	-	-	-
Akita	-	-	-	-	-	0.1	1.4	5.5	8.8	0.4	-	-
Yamagata	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.5	0.4	0.1	0.1
Niigata	-	-	-	-	-	0.1	0.4	3.0	7.0	2.5	0.5	0.3
Toyama	0.2	-	-	-	-	0.1	0.4	2.8	9.0	9.3	5.8	1.0
Ishikawa	-	-	-	-	-	0.1	2.7	9.5	15.3	2.3	0.5	0.6
Fukui	-	-	-	-	-	0.5	2.3	16.8	18.0	7.0	0.8	0.4
Kyoto	-	-	-	-	-	0.3	0.5	1.5	2.0	2.8	0.5	0.5
Hyogo	-	-	-	-	-	0.1	2.9	10.5	9.5	2.0	0.5	-
Tottori	-	-	-	-	-	0.9	7.3	38.8	34.3	4.5	0.9	-
Shimane	-	-	-	-	0.1	6.5	30.1	104.5	72.0	9.8	1.0	0.4
Yamaguchi	0.1	-	-	-	0.1	6.1	20.1	38.8	38.5	19.8	2.5	0.3
Fukuoka	-	-	-	-	0.2	10.2	21.5	16.5	27.5	38.3	2.5	0.1
Saga	-	-	-	-	0.5	-	0.7	-	0.1	0.1	0.1	0.1
Nagasaki	0.4	-	-	-	6.4	27.1	56.7	43.3	35.3	52.5	13.8	0.4
Kumamoto	-	-	-	-	-	0.1	12.1	21.0	12.3	4.1	-	-
Kagoshima	0.5	1.1	6.3	9.7	6.3	4.9	2.7	4.3	5.8	4.3	1.0	0.5

Table 4. Yearly catch of Dolphin fishes by region.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Region \ Year	1953	1954	1955	1956
Grand Total	1,400	1,215	1,660	2,347
Hokkaido	0	-	0	4
North Pacific	71	28	83	92
Middle Pacific	97	209	236	390
South Pacific	261	192	269	458
East China Sea	400	298	512	567
West Japan Sea	512	423	422	681
North Japan Sea	49	55	101	140

日本海西区で8月、北区で7月と順次北上の傾向が察知される。そして富山、京都両府県、福岡、長崎県の10月の山は南下の趨勢をあらわしたものであると思われるが、この南下の時空的推移は北上のそれとくらべかなり早いものである。そしてまた、日本海北区における北上期の最盛期と南下期のそれとが接近しているのは、シイラの日本海北区における分布が北限に近いことをしめしているものと思われる。

以上のような大勢の中で、青森県における漁況の推移が異つた様相をしめしている。すなわち、ごく少量ではあるが6月に漁獲のみられる年のあること、そして終漁は7月に漁獲の山らしきものは7月にみとめられる。シイラ漁期の始めには大型魚が多いことから考えあわせ、游泳力の大きい大型群が主として漁獲され青森県以南で8月又は9月に漁獲される主群が青森県沿岸に来遊しないため以上のような海況を呈するに至つたもの、または、日本海中央部をとり、津軽海峡方面に指向する沖宮部流系系に属して、直接来遊した

ものと推察される。

日本海におけるシイラ漁獲時の表面水温は沿岸で 20~27°C であるが、漁獲の多いのは 23~26°C の間のようである。なお、青森県白神崎における沿岸定置観測の大正 8 年から昭和 19 年及び昭和 25 年から同 29 年までの表面水温の平均値は年間最高をしめす 8 月で 21.3°C となっており、上記の漁獲最盛期の水温に達していない。

年漁獲量の変動は日本海西区では少いが、北区では著しく変動が大きく最低が昭和 28 年で約 5 万貫、最高が 31 年の約 14 万貫となっている。昭和 31 年が日本海西区でも最も多かつた年で約 68 万貫漁獲された。日本海北区の 28 年と 31 年とを比較すると、28 年には新潟、富山、石川各県の漁獲も半年より少いが、とくに青森、秋田、山形、各県での漁獲が少く、豊漁年の 31 年では秋田県の年漁獲量が約 0.5 万貫であるのに対し、約 4 万貫と著しく多いのが特色である。シイラ漁獲量の年変動が日本海北区で大きいのは別記のようにその分布が全海区で北限に近いと思われる。

3. ソウダカツオ *Auxis*

日本沿海にはヒラソウダ *Auxis thazard* (LACEPÈDE) とマルソウダ *A. tapeinosoma* BLEEKER とが分布している。日本海で漁獲されるのはほとんどがマルソウダで、ヒラソウダはまれにしかみられない。全国海区分別の漁獲量をみると太平洋南区が総漁獲の 60% 以上を、太平洋中区が 20% を占め、日本海区及び東支那海区は合計して約 10~15% の漁獲でしかない。日本海北区と東支那海区は略同量の漁獲があるが、その中間に位する日本海西区はこの両海区より少い。日本海区及び東支那海区でのソウダ漁業の根幹は定置網にあり、いずれも最も多く漁獲をあげている。したがって、定置網漁業の盛んな新潟、富山、石川、福井、京都、山口等の諸府県で漁獲が多い。東支那海区では長崎、鹿児島両県で殆んど大半の漁獲をあげ、ほかでは少量のみ漁獲されている。

石川県以西の日本海沿岸及び九州西岸では若干欠ける月はあるが総じて周年少量宛漁獲されており、これらの海区では一部越冬する魚群があると推察される。漁獲の山から北上の傾向をうかがってみると、鹿児島

Table 5. Mean catch of Frigate mackerels by month and prefecture from Jan. 1952 to July 1957.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Month Prefecture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aomori	—	—	—	—	—	0.1	0.9	1.7	0.7	3.1	0.6	—
Akita	—	—	—	—	—	0.1	0.6	1.1	1.3	1.7	0.4	—
Yamagata	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.5	0.1	—
Niigata	0.2	0.1	—	—	0.1	—	3.5	3.1	4.5	7.7	17.9	0.7
Toyama	2.0	0.2	—	—	—	0.1	0.4	0.4	0.5	36.9	100.5	60.3
Ishikawa	0.3	—	0.1	0.1	—	—	2.5	1.2	4.1	5.5	10.5	5.7
Fukui	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.4	3.5	17.5	4.9	5.5	6.7	1.9
Kyoto	0.3	—	0.1	0.2	—	0.3	0.3	0.2	0.5	5.1	10.9	7.7
Hyogo	0.1	—	—	—	0.2	0.1	—	0.1	0.3	0.3	0.7	0.5
Tottori	0.2	0.2	—	—	0.1	—	0.1	0.6	2.3	5.1	1.3	0.3
Shimane	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	1.5	2.9	7.5	0.5
Yamaguchi	1.9	0.8	0.5	0.3	0.2	—	0.3	1.8	7.1	8.0	21.1	12.7
Fukuoka	0.1	—	—	—	—	0.1	0.1	0.1	1.5	0.3	1.3	0.2
Saga	0.6	0.1	0.1	—	—	—	—	0.1	—	0.1	0.8	0.5
Nagasaki	6.9	0.7	0.7	0.2	0.3	0.5	1.5	2.3	5.1	17.1	29.3	27.7
Kumamoto	—	1.2	0.1	2.4	1.1	0.1	0.3	0.4	0.3	0.6	0.2	0.2
Kagoshima	5.3	4.2	5.5	17.0	19.2	24.2	38.2	17.3	11.3	12.1	14.1	14.9

15.5 1.9 7.5 20.6 21.9 26.3 52.5 48.8 46.0 112.8 223.9 7

Table 6. Yearly catch of Frigate mackerels by region.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Year Region	1952	1953	1954	1955	1956
Grand Total	6,418	4,154	5,494	6,250	6,913
Hokkaido	11	9	10	14	10
North Pacific	153	199	92	206	454
Middle Pacific	1,523	784	945	1,221	2,021
South Pacific	4,335	2,537	3,574	3,776	3,757
East China Sea	147	256	287	457	272
West Japan Sea	108	188	407	470	222
North Japan Sea	119	164	162	96	168

県の7月、福井県の8月の漁獲を除けば、石川、新潟両県で7月に若干その徴候がみられるのみで、北上洄游の追跡としては明瞭には認識し得ない。これに反し、青森、秋田、山形各県の10月、新潟県以西、山口県迄及び福岡、佐賀、長崎県の11月、鹿児島県の12月は極めて明瞭にかつ漁獲量も年間漁獲量の大半を占めながら南下の傾向をしめしている。

以上のように北上期に漁獲が少なく、また北上の傾向が不明瞭であることの原因が問題になるが、先述のように、日本海西区では一部越冬する魚群のあらわしいことは推察されるが、その後、魚群が北上し始めるのは不明瞭ながらも6月頃に始まり、7、8月頃がその盛期らしい。この頃は日本海に流入する対馬暖流の勢力もようやく最盛になるころであつて、ソウダカツオはその主流と共に日本海の沖合よりを北上するものと推定される。その一つのよりどころとして、先にソウダカツオの漁獲の大半は定置網によるものであることを説明したが、もし、仮に年間日本海沿岸で行われている定置網漁業の努力量（航海数、統数）が不変のものとし、又、ソウダカツオが年間を通じ北上期も南下期も略同じ海域を游泳するものとするれば、その定置網に入網する機会是不変としなければならぬ。事実、山口、京都、富山各県の大型定置網の統数、航海数の年間月別の変動をみると、漁獲量の差にみられるような大差はない。したがつて、前述のようにソウダカツオは北上期には沖合を通過し、10月以降はすでに北上した魚群が、その頃から卓越する北ないし北西の季節風の影響を受けた、日本海本土に指向する吹送流によつて接岸し、その結果、定置網に上網する機会が多くなるものと推察される。しかしながらこの他にソウダカツオ群の北上期と南下期における生態の相異、魚群の構成状態、すなわち集群性、游泳層の変化、魚道の接岸等の有無を検討しなければならぬ問題として残つている。

日本海区全体としてこの5年間では昭和29年が最も漁獲が多く約57万貫の水揚げがあつた。翌30年も殆んど同量の水揚げがあつたが、日本海北区での漁獲の増大が著しく47万貫と最高をしめし、その逆に西区では9、6万貫と最低をしめしている。昭和30年の漁況の特徴としては、日本海北区で最も漁獲の多い富山県では、最盛期が11月で平年と変りはないが、その前後月を平年と比較すると、平年では11月の漁獲量は12月の約1.8倍、10月の約1.9倍であるが、この年には12月の約4倍、10月の約1.9倍となつている。平年の10月と12月の漁獲量の比は0.96で12月がやや多いが、30年は逆に2.05と10月が多くなつている。新潟県の平年では11月に山がみられ10月の約2.3倍となつているが、30年は10月が山となつて11月の1.1倍の漁獲をあげている。又石川県でも平年で11月が山となるが30年ではより早く9月が山となりついで10月が多い。日本海西区の福井県では平年8月の山が7月となつている。そして西区では最低の因漁であるのに対し、九州西岸東支那海区では長崎県が11月10.3万貫、12月8.7万貫と平年の3～4倍の漁獲をあげているのが注目される。

ソウダカツオは一部日本海西区の海域で冬期漁獲されることがあるが、大体12℃前後の水温がソウダカツオ棲息の下限ではないかと思われる。夏期やや漁獲が多くなるのは20℃以上に昇温してからであるが、最も漁獲の多い南下期の水溫は16～19℃に降温する時期である。鹿児島県では7月水溫25～26℃の頃に多獲

され、そして福井県で8月水温約26°Cの頃に漁獲が多いが、この両県の時空間的な連絡が北上をしめしているかどうかについては、他府県の漁獲がこの時期に少い点からいまだ言及の段階ではない。

4. マカジキ *Makaira mitsukurii* (JORDAN et SNYDER)

マカジキ科の他の魚種、クロカワ *Makaira mazara* (JORDAN et SNYDER), シロカワ *M. marlina* JORDAN et HILL, ハシエウカジキ *Histiophorus orientalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL), 及びメカジキ科のメカジキ *Xiphias gladius* LINNÉ 等と共に南方暖流系熱帯性外洋迴游性のものであるが、日本海に東游するのはこのうちマカジキが多くハシエウカジキの漁獲は少ないのが通例である。

Table 7. Mean catch of Striped marlin by month and prefecture from Jan. 1952 to Dec. 1956.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Month Prefecture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aomori	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.1	—	—	—
Akita	—	—	—	—	—	—	—	0.2	0.2	—	—	—
Yamagata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Niigata	—	—	—	—	—	—	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	—
Toyama	—	—	—	—	—	—	0.2	0.3	0.9	1.1	0.4	0.1
Ishikawa	—	—	—	—	—	—	—	0.2	—	0.2	0.1	0.1
Fukui	0.1	—	—	0.1	0.2	0.4	1.1	2.5	5.7	2.5	0.5	0.2
Kyoto	—	0.1	—	—	—	0.1	0.2	0.2	0.6	1.0	0.4	0.2
Hyogo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—
Tottori	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Shimane	—	—	—	—	0.1	0.3	0.4	0.2	0.3	0.6	0.1	0.1
Yamaguchi	—	—	—	—	—	0.1	0.2	0.1	0.4	1.6	0.4	—
Fukuoka	—	0.1	—	1.5	2.9	0.1	—	0.1	7.4	2.2	2.3	1.1
Saga	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	—	—
Nagasaki	0.3	—	0.5	6.7	1.2	0.5	0.4	4.1	11.5	23.1	16.1	7.5
Kumamoto	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kagoshima	1.5	0.5	2.1	2.5	6.3	9.9	2.3	3.5	9.9	10.1	12.3	20.9

Table 8. Yearly catch of Striped marlin by region.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Year Region	1952	1953	1954	1955	1956
Grand Total	1,341	1,044	2,358	1,626	2,136
Hokkaido	10	6	9	5	13
North Pacific	295	193	313	230	360
Middle Pacific	499	596	1,765	1,078	1,282
South Pacific	144	62	112	125	172
East China Sea	269	146	102	138	224
West Japan Sea	32	17	10	9	15
North Japan Sea	7	2	0	2	3

日本海区では昭和27年から31年の間では、年間約1～4万貫、平均して2万貫の漁獲があつた。東支那海

区では同じく10~27万貫、平均約16万貫の漁獲があつた。日本海区では北、西両区とも定置網漁業による漁獲がほとんどであるが、東支那海区では延縄と突棒でその大部分を漁獲しており、定置網ではごく少量数千貫を漁獲しているに過ぎない。このように大きく漁業形態が異なり、日本海におけるマカジキの漁獲量は日本海への来游量と漁場への来游に大きく左右されていることになる。

日本海西区では12月から翌年5月まで、北区の石川、新潟では12月から翌年7月まではほとんど漁獲が皆無である。青森、秋田では8、9月にごく少量漁獲される年がある。山形では昭和27年から31年の間では漁獲されたことがない。北上の傾向をあらわす漁獲の山は、山口、島根で7月に新潟より5月にしめされ、南下の傾向としては、富山、京都、島根、山口で10月に山がみられる。以上から日本海には例年7月頃来游するものが多く、それが8、9月には日本海北部迄に移動し、9、10月には南下を始め11月には殆んど日本海に残留するものかなくなる。福井より7月に山がみられるがこの魚群の動きについては、同じく福井でのソウダカツオの漁況の推移と共に、他府県とは若干異つた様相をしめしているのだからこれらについては、また別の観点から考察を加えねばならないだろう。すなわち、これまでのべたシイラ、ソウダカツオ等についてもその移動回游に関しては大体一元的な動きをもっているものとして考察を加えてきたが、それのなにより複雑な動きをも考慮しなければならないということである。

マカジキの日本海における漁獲は先述のように極めて少い。昭和27年に日本海北西両区あわせて約39万貫、昭和29年には約10万貫とそれぞれ最高最低をしめしているが、これら、年々の漁獲量の変動は日本海北、西、東支那海の各区とも同じ傾向をしめしており、また、月変化も平年とほとんど差がなく、他のソウダカツオ、シイラ、トビウオ、クロマグロ等にもみられるような豊凶年漁況の特徴というべき諸現象はみられない。

マカジキの日本海への来游は沿岸表面水温が20℃以上になってから始まり、漁獲の多いのは24℃以上に昇温しているからである。10月南下期と思われる頃の水温は20℃前後となっている。

5. マグロ (クロマグロ) *Thunnus thynnus* (LINNÉ)

マグロ属の *Thunnus* の中で日本海に最も多く分布するのは *Thunnus thynnus* (クロマグロ、シビ、メジ、メジマグロ)であつて、ビンナガ *T. alalunga* (BONNATERRE)、メバチ *Parathunnus obesus* (LOWE) 及びキハダ *Neothunnus albacora* (LOWE) 等が漁獲されることは稀である。

日本海でのマグロの漁獲は大部分が定置網によるものであつて、その他、若干が釣、延縄、旋網等で漁獲される。マグロは上記マグロ類中、その分布がもつとも低温域に広いものとされ、日本海においても新潟以南では周年漁獲されることがある。しかしながら、このことがただちにマグロがその生涯を通じて日本海に棲息することを意味するかどうかについては更に検討を必要とするものである。

日本海全域を通じてみた場合、漁獲の山は6月と10月に現われる。6月の山はマグロの北上の表現とみられるが、島根、山口では少量ながら5月に、秋田、山形では7月に山がみられる。南下の傾向としては10、11、12の3月間に分散して山があるが、先述のように全体としては10月がもつとも量的に多く、ついで11月、12月の順に漁獲される。

平年における山を示す月とその前後月の漁獲量を比較すると、日本海区では6月を中心とし、7月がやや5月より多いが、東支那海区では5月が7月より甚しく多く、6月を中心として5月にかたよっている。以上、マグロ群の日本海への来游は5月に始まり、6月には各地沿岸で漁獲され、以後、7~9月は漁獲が少なくなり、10月に入つて南下群と思われるものの漁獲があつて、山口県から九州西岸では12月に山をしめして年周期の漁獲が終了する。年間を通じ漁獲量は日本海に、東支那海区共に北上期より南下期が多い。北上最盛期の表面水温は20℃前後で、南下期はそれより低く20~15℃の間となつている。

昭和28年には日本海北、西両区とも漁獲が少なかったが、この年には北上期の漁獲が平年にくらへ極端に少なく、盛期である6月には平年の約1/8の漁獲であつた。南下期には平年で10月の山が11月と1月おくれ、平年の1/3の漁獲であつたが、東支那海区長崎では12月に平年の約2倍の漁獲をあげている。豊漁であつた31年の特徴としては、南下期北上期共に平年より漁獲の多かつたのはもちろんのこと、北上期の6~8月、南下期の9~11月の各3月間の漁獲量の比が平年で1/1.73、31年では1/1.36となり、北上期の山をはさむ5月と7月の漁獲量より比が平年で1/1.11、31年では1/2.57、同じく7月と11月のそれでは平年で1/2.62、31年には

Table 9. Mean catch of Bluefin tuna by month and prefecture from Jan. 1952 to Dec. 1956.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Month Prefecture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aomori	—	—	—	—	2.9	4.8	4.0	3.8	0.3	3.1	0.5	1.1
Akita	—	—	—	—	1.9	4.7	4.9	2.6	0.3	1.2	0.4	—
Yamagata	—	0.3	—	—	0.2	0.5	1.6	0.2	0.4	0.4	0.2	—
Niigata	4.3	0.5	0.4	0.4	4.5	12.1	7.9	1.1	1.5	8.7	4.1	7.3
Toyama	3.9	0.7	0.7	0.5	2.7	15.9	2.3	0.5	4.9	25.1	30.5	20.9
Ishikawa	2.7	0.4	0.3	0.5	6.5	26.9	5.3	2.9	4.7	15.9	9.3	6.7
Fukui	1.1	0.1	—	0.5	9.3	33.7	6.5	9.5	5.9	7.1	10.1	1.1
Kyoto	3.7	0.4	0.3	0.4	1.7	3.1	2.5	0.6	0.8	4.7	8.1	3.1
Hyogo	—	0.6	—	0.2	0.4	0.4	0.2	0.9	6.9	17.1	10.7	0.5
Tottori	0.1	8.6	0.1	—	—	—	—	—	0.1	0.1	0.1	—
Shimane	1.1	1.6	0.3	0.4	1.9	1.3	0.6	1.8	11.7	29.3	20.1	3.9
Yamaguchi	7.3	2.8	0.9	0.4	0.5	0.3	0.1	0.6	1.9	5.1	4.5	8.9
Fukuoka	0.2	0.1	—	—	0.7	0.2	—	0.1	15.2	9.8	0.1	0.1
Saga	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	0.3
Nagasaki	29.1	9.5	2.7	0.5	1.3	3.5	0.4	1.6	2.9	4.9	9.1	72.1
Kumamoto	0.1	0.6	0.1	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
Kagoshima	1.4	1.0	1.4	0.9	22.7	35.3	1.0	0.2	—	1.4	0.1	1.4

Table 10. Yearly catch of Bluefin tuna by region.

Unit of catch: 1,000 kan (=3.75 metric tons)

Year Region	1952	1953	1954	1955	1956
Grand Total	3,752	4,688	5,070	6,155	9,845
Hokkaido	155	164	425	211	176
North Pacific	1,786	1,590	1,983	3,383	4,867
Middle Pacific	932	1,783	1,387	1,281	2,470
South Pacific	315	584	594	382	941
East China Sea	147	330	207	179	269
West Japan Sea	148	104	157	353	551
North Japan Sea	148	98	282	318	528

1/1.59となっており、更に半年では5月の漁獲は若干前後月にくらへ少くなっているが、31年では7月と同等以上の漁獲をあげている。すなわち28年には日本海への来游量が少く、31年には例年よりも長期にわたり、かつ、多数来游したことがうかがわれる。この年、九州沿岸では5、6月の漁獲は平年以下であり、9～12月の漁獲が多かつたのが特徴である。しかしながら、マグロの漁獲量と体重組成の経年変化について永田が報告しているように、日本海のマグロ漁獲量は卓越年級群の来游に左右され、昭和28年は卓越年級群が最初にあらわれた年、すなわち、小型のメジマグロが多く漁獲され、31年はその群が成長したと推定される24～25貫の大型魚が漁獲された事等を考えると、単に漁獲量の変動からのみでなく、漁獲尾数と個体重量等をあわせて考察する必要があると思われる。

Ⅳ. 漁況の型とすみわけ

日本海沿岸各地の定置観測による沿岸表面水温の月平均値の変化と、各魚種の月別漁獲量の山を連絡して得られた時空的な主魚群の移動とをあわせて考察すると、ここにとりあげた魚種中ではマグロを初めとしトビウオ類、ソウダカツオ、マカジキ、シイラの順で、若干づつその棲息水温が高温にかたよつた様相で日本海に來遊している。そして、水温が高極に達する8、9月頃までにはそれぞれの日本海における分布の北限にまで達し、以後水温の降下と共に南下しはじめるが、その順は先の北上來遊の順とは逆に、シイラ、マカジキ、ソウダカツオ、マグロの順で南下する。トビウオの南下は漁獲量の推移からは明瞭でないが、これについては後述する。以上の結果は第1図にしめされるとおりであるが、それぞれの魚種の成長段階別の生

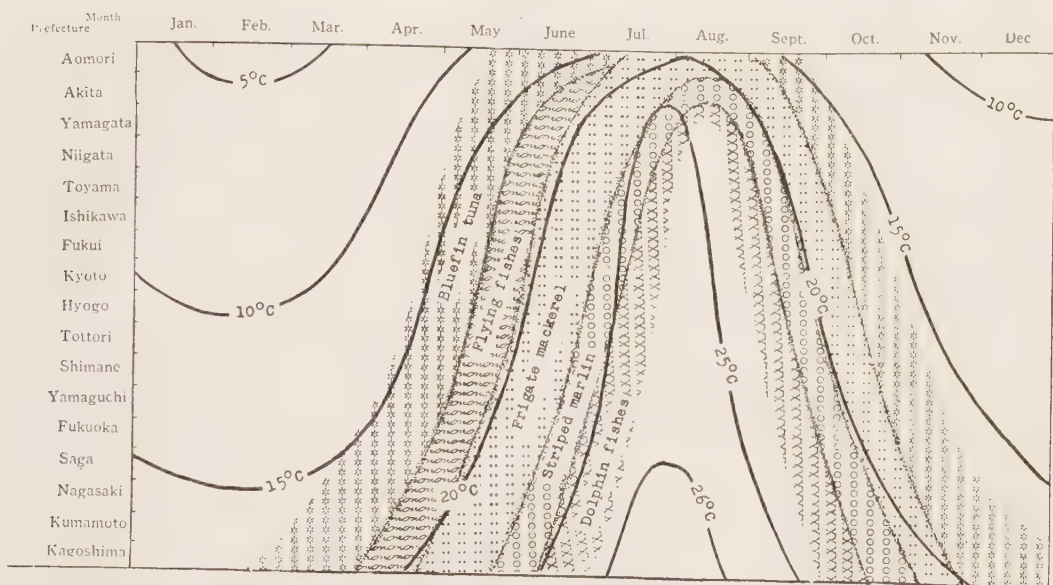


Fig. 1. Schematic figure showing the relation between catch fluctuation and surface water temperature by month and prefecture.

Table 11. Mean monthly surface water temperature in respective districts.

Month District	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	°C											
Shiogamisaki	5.6	4.9	5.2	7.3	10.1	14.2	18.6	21.3	20.4	15.8	11.5	7.6
Nyudosaki	8.4	7.1	7.2	9.5	13.4	17.7	22.3	25.1	22.8	18.5	14.4	10.7
Tobishima	9.4	7.7	7.5	9.4	12.8	17.5	22.1	25.1	23.3	19.5	15.8	12.2
Himesaki	9.3	8.4	8.6	10.4	13.9	18.4	22.9	25.7	23.6	19.6	15.4	12.4
Rokkosaki	9.0	7.9	8.6	10.8	14.8	19.0	23.3	26.0	23.6	19.4	15.7	12.0
Kyogamisaki	10.4	9.3	10.0	12.6	16.2	19.6	23.6	25.9	23.8	19.8	16.4	13.2
Oki	12.8	11.3	11.5	13.7	16.4	19.9	23.6	26.3	24.2	21.2	18.1	15.3
Hinomisaki	13.2	11.9	12.4	13.9	16.8	20.1	23.9	26.2	24.6	21.5	18.9	16.1
Tsunoshima	12.7	11.7	12.4	14.6	17.6	21.0	24.4	26.7	24.8	21.5	18.8	15.4
Kamisaki	13.4	13.4	13.5	14.2	16.6	20.7	24.6	27.1	25.2	22.4	19.1	11.7
Oosesaki	16.3	15.9	15.2	16.9	18.6	20.9	24.8	26.5	26.3	23.4	20.5	17.1
Sadamisaki	19.9	15.4	15.4	16.4	18.7	22.4	25.6	26.2	25.9	24.1	22.0	17.8

態の差は別に考慮するとし、一応、ここにとりあげた日本海に來游する暖流系水族である、これら5魚種は、その棲息水温帯の相異によつて、對馬暖流という一つの生棲環境を、日本海においては水平的に分割し、各々の生活領域を確保しているといえよう、すなわち比較的高温の水域を生活領域とするシイラ、マカジキ等は日本海への暖流の流入が盛んで、かつ、水温も年間的高温に達する8、9月を中心として、その分布の一端を日本海にまで拡張し、比較的低温の水域に生活領域をもつマグロは暖流の流入が漸次盛んになり始める水温の上昇期に來游し、水温が高極に達する8、9月には北海道近海まで主群の生活領域が拡張し、秋冬にかけて水温が下降し低極に近づく頃迄、日本海に生棲している、更にここにはとりあげなかったが、ブリ、マサバ、マイワシ等はマグロよりその生活領域の水温に対する適応下限が低く、日本海における水温の低極にも耐え得る範囲にあるので、周年、日本海域に生棲しているという型式にあると思料される。

年間を通じて北上期より南下期における漁獲が多量な魚種、マグロ、マカジキ、ソウダカツツオ等と北上期に南下期より多量に漁獲されるものシイラ、トビウオ等と二分される。南下期多獲型のソウダカツツオは同型のマグロやマカジキ等にくらべ、特に北上期の漁獲割合が極めて少く、これが特徴である。又、南下期に多量漁獲されることの説明は先述したが、マグロやマカジキもやはりソウダカツツオと同様に沿岸に指向する表層流の影響を受けているものと思われる。10月以降、11月迄の日本海北部における海流の漂流状況や、富山湾、佐渡等の定置網における冬フリの漁況等も同様の原因による現象であろう。この際、その分布域が他の魚種にくらべ比較的南部にとどまり、又、早い時期に南下を開始するシイラ、マサバ等は上記の吹送流の影響を受ける割合が少ないことはいうまでもない。又、シイラについては他にいふところの漁業が例年9月頃迄で操業を打切ること南下の際の漁獲が少いことの原因の一つと考えられるが、これは魚群自体の生態と関連し相対的な位置にあるので、やはり、根本的な原因はシイラ魚群の動態にあると考えるのが妥当であろう。次はトビウオ類のあらわす漁況の型についての考察をすると、先述のように日本海に來游する暖流系水族はそれぞれの北上洄游経路の相異からソウダカツツオの如く、漁獲の面からは北上の不明なものも南下の傾向は明瞭に漁獲にあらわれてくる。トビウオは比較的早期に日本海に來游するものと先に述べたような順序で南下するとすれば、マグロやソウダカツツオの南下とはほぼ期を同じくして漁獲されなければならない。結局、夏期以後のトビウオの存在が疑問になるわけであるが、筆者が機会があるごとに漁業者に聴取した際にも、日本海沖合又は沿岸で夏期9月以降トビウオ成魚の存在、飛行等を目撃した例がなく、また、秋期、長崎県で漁獲さとするトビウオは、全長12~18cmのホソトビ、ツクシトビウオの未成魚のみで成魚は全くみとめられていないとのことであり、結局、ホソトビ、ツクシトビウオ成魚の夏期以後における存在が極めて疑わしくなってくる。夏期漁獲されるこれらのトビウオ類成魚すなわち産卵群の体長組成やその幼期の発育状態等から考えこれらのトビウオは入冬満一年で成魚になり、成熟産卵するものと思われるので、以上の諸事実ならびに推察から、日本海に來游するホソトビ、ツクシトビウオは産卵後斃死し、そのため夏期以後の漁獲がなく、また、成魚の南下もみとめられないのであらうと結論づけられる。なお、これらトビウオ類の年令と成長については後の機会に更に検討の上報告する予定である。

V. 要 約

日本海に分布する對馬暖流系魚族としてのトビウオ類、ソウダカツツオ、シイラ、マサバ、マグロ等について昭和27年から同32年にいふそれぞれの魚種別月別府県別平均漁獲量を、九州沿岸及び日本海沿岸の各府県について計算し、それと同地域の沿岸定地観測による平均表面水温とによつて、各魚種別に、また、総合的にこれらの魚族について日本海における來游の消長、分布構造及び若干の生態について考察を行った。その結果として概略以下のことが得られた。

1. これらの魚族は春期以後、對馬暖流の日本海への流入が漸次盛んになると共に、マグロ、トビウオ類、ソウダカツツオ、マカジキ、シイラの順で日本海に來游する。そして、例年、9月以降、水温の降下と共にこれらの魚族は南下洄游を始め、先に来游したのとは逆の順序で大部分が日本海域から逸散する。しかし、このうちでトビウオ類については、先に来游した成魚群の南下が認められず、従つて日本海に來游するトビウオ類成魚の産卵後の生存及び行動について疑問がもたれるが、筆者はこの現象について日本海に來游

するトビウオ類の成魚は産卵後斃死するものと推定した。

2. これらの魚族はいずれも熱帯性または亜熱帯性の回游魚で、日本海には対馬暖流と共に来遊するが、それぞれの主要息水温帯がことなるため、対馬暖流水系という一つの棲息環境を与えられていると考えられる。
3. マグロ、ソウダガツナは日本海に來遊し、北上する時期よりも南下する時期に多く漁獲される。これはその回游経路の距岸位置の時期的相違とともに、南下期、すなわち10月以降から例年日本海北部に卓越する偏西風により惹起される本土沿岸に指向する吹送流の影響もあると考えられる。従つて、比較的早期に南下を始めるシラはこの影響をうけることは少いと考える。

文 献

- 第九管区海上保安本部 (1951, 1957). 海流瓶の拾得結果, 第九管区水路時報 (13, 14).
- 今井貞彦 (1955). 対馬暖流海域の稚魚速報, 薩南海域のトビウオ類, 対馬暖流開発調査研究報告 (2) : 23~54.
- 今井貞彦 (1956). 日本産トビウオ類の特徴と検索 I・成魚の特徴, II・稚魚期の特徴, 鹿児島大学水産学部紀要 5: 91~102.
- 川崎英男 (1956). 季節風下の「浦塩—敦賀」間の海上気象について, 舞鶴海洋気象台要報 5: 1~6.
- 松原喜代松 (1955). 魚類の形態と検索 I.
- 永田俊一 (1957). 能登半島西岸の夏定置網漁況について, 日本海区水研研究報告 (6) : 291~300.
- 農林省統計調査部 (1952~1956). 海面漁業漁獲統計表.
- 農林省統計調査部 (1952~1957). 農林水産統計月報, 水産統計月報.
- 岡地伊佐雄 (1954). 漁獲量の変動についての考察, 対馬暖流開発調査第1回シンポジウム発表論文: 56~62.
- 水産試験場 (1919~1944). 海洋調査要報, 沿岸定地観測表.
- 内橋 潔 (1953). 脳髓の形態よりみた日本産硬骨魚類の生態学的研究, 日本海区水研研究報告 (2).

日水研年報 (4): 15-24, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 15-24, 1958.

日本海産トビウオ類の形態的特性と成長

岡 地 伊 佐 雄

Studies of Morphological Characteristics and Growth of the Flying Fishes Caught in the Japan Sea

BY

ISAO OKACHI

Abstract

The present report is based on the measurements of the Flying fishes carried out respectively in Yamaguchi, Shimane, Hyogo, Fukui and Ishikawa Prefectures from May to July in 1958. The results obtained are summarized as follows:

1. Body length and body weight

The body length ranges from 195 mm to 310 mm, and the author separated the fishes into two groups based on the composition of their body length. One group has 195 mm to 230 mm, and the other 240 mm to 310 mm. The length of male is biased to a smaller size as compared to the female in each group. The same may be said of the body weight composition.

2. Number of vertebrae

The number of vertebrae was counted excepting urostyle. Most individuals which have less than 46 vertebrae are classified in the small-size group in body length composition, and those which have more than 47 vertebrae are included in the large-size group. Most individuals of small-size group may be identified as *Cypselurus opisthopus* ABE, and those of large-size group as *C. heterus döderleini* ABE, respectively.

3. Distance between the top of snout and the base of ventral fin divided by body length.

The value in percentage is over 57.0% in small-size group and under 56.9% in large-size group.

4. Number of fin rays

There is no remarkable variance in the mean number of pectoral fin rays between the two groups which are separated by the number of vertebrae. But, the mean number of anal and dorsal fin rays of the group which has more than 47 vertebrae is larger than the group with 46 vertebrae and under.

5. Ovary

The ovary is separated into following four types with macroscopic observation:

A.....immature, B₁.....early maturity, B₂.....advanced maturity, C.....post-spawning.

The diameter and the number of matured eggs for each species are as follows: *C. heterurus*..... 1.95-2.20mm, 8,000-20,000; *C. opisthopus*.....1.50-1.90mm, 4,000-16,000.

6. Growth

The growth curves of *C. heterurus* and *C. opisthopus* are shown in figure 4. Only one

ring is observed in otolith, and the culculated body length when the 1st ring of otolith was formed is consistant with the body length of youngs caught in autumn. The adult Flying fishes are no longer caught after september. Taking into account these facts, the author imagines that the adults of Flying fishes would die after spawning.

I. 緒 言

近年、日本産トビウオ類の分類学的研究が進展し、その結果、日本海沿岸、対馬暖流水系における各種のトビウオ類の分布の様相は大略明らかになってきた。筆者は別報において対馬暖流水系におけるトビウオ類の漁況と生態について若干の知見を述べたが、ここでは日本海沿岸で漁獲されるトビウオ類の形態的特性、並びにその成長の傾向について報告する。報告に先立ち、標本採集に多大の御援助をたまわつた、山口県外海水産試験場原隆一技師、島根県水産試験場児島俊平技師、福井県水産試験場南沢篤技師、石川県水産試験場中谷栄技師、日本海区水産研究所香住支所渡辺徹技官及び種々御助言をたまわつた日本海区水産研究所長内橋潔博士、同資源部長加藤源治技官、同西村三郎技官、並びに特に貴重な御教示をたまわつた鹿児島大学今井貞彦助教授の諸氏に対し、心から感謝の意を披瀝するものである。

II. 材料と方法

本報告に使用した標本魚体は総計 123 尾で、その内訳は第 1 表でしめされる。標本魚体はいずれもホルマリンで固定したものであり、標本魚体については、全長、体長、体重、性別、生殖腺重量、脊椎骨数、背鰭、

Table 1. Sampling place, gear and date of the fish studied in the present paper.

Prefecture	Fishing place	Fishing gear	Fishing date	Number of individuals
Yamaguchi	Off shore of Aomishima	Set net	'58. 7. 19	10
			7. 20	6
			7. 24	3
Shimane	Off shore of Hamada	Stick-held dip net	1st to 2nd decade of June	17
Hyogo	Amarube	Set net	'58. 5. 31	20
			6. 19	20
			7. 21	19
Fukui	?	?	'58. June-July ?	18
Ishikawa	Teraie	Set net	'58. 6. 25	10

胸鰭、尻鰭各鰭条数、背鰭前縦列鱗数、頭長、吻長、眼径、腹鰭前長、卵径、巣内卵数等の測定並びに算定と、鱗、耳石の採集を行い、鱗相、耳石長、耳石巾、耳石輪紋径の測定を行つた。今回使用した標本は計画的にサンプリングされておらず、又、標本数も各地域で差があるので、後述の形態的特性についての各項の論述は日本海産として一括してとりあつた。したがって、それぞれの形態の算定結果についても統計的な検定は行わず、ごく定性的な結果について報告する。

III. 結果と考察

体長と体重

標本の体長は 195mm から 310mm の間に分布し、195~230mm 及び、240~310mm の間に体長範囲をもつ 2 群に大別できる。195~230mm の体長群ではとくに 205~220mm の範囲のものが多いが、240~310mm の群では比較的分散した分布をしめす。性別による体長分布をみると、先に大別した 2 群中、いずれも雄の体長分布が小さい方にかたよっている傾向がみられる。体重分布についても体長分布と同様の傾向と型をしめしている。

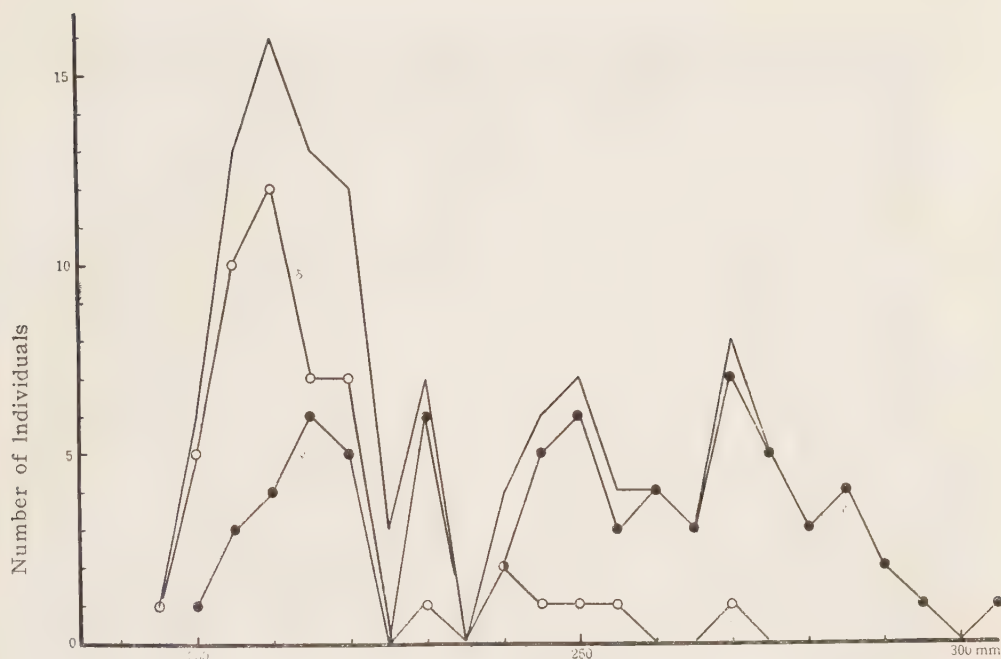


Fig 1. Frequency curve of body length

Body length

脊椎骨数

脊椎骨数の算定には urostyle を除外した。脊椎骨数の度数分布は第 2 表でしめされ、45 と 47 に山がみら

Table. 2. Relation between the body length and the number of vertebrae.

Body length	Number of vertebrae							Total
	43	44	45	46	47	48	49	
195mm	—	—	1	—	—	—	—	1
200	—	1	4	1	—	—	—	6
205	—	2	7	4	—	—	—	13
210	—	1	8	6	1	—	—	16
215	1	1	9	2	—	—	—	13
220	—	1	10	1	—	—	—	12
225	—	—	1	1	1	—	—	3
230	—	1	3	2	1	—	—	7
235	—	—	—	—	—	—	—	—
240	—	—	—	2	1	1	—	4
245	—	—	—	1	3	2	—	6
250	—	—	—	1	3	2	1	7
255	—	—	—	—	2	2	—	4
260	—	—	—	—	2	1	1	4
265	—	—	—	—	1	2	—	3
270	—	—	—	1	4	3	—	8
275	—	—	—	1	4	—	—	5
280	—	—	—	1	2	—	—	3
285	—	—	—	—	2	2	—	4
290	—	—	—	—	—	2	—	2
295	—	—	—	—	1	—	—	1
300	—	—	—	—	—	—	—	—
305	—	—	—	—	1	—	—	1
Total	1	7	43	24	29	17	2	123
$\bar{x}$	—	212.1	213.0	225.6	261.9	264.1	—	—
σ	—	9.6	8.4	23.2	20.8	15.7	—	—

れる。体長と脊椎骨数の関係をみると 230~240mm の間に断層がみられ、これは先述の体長分布による 2 群の分離と合致する。すなわち、脊椎骨数が46以下の個体は先の小さい方の体長群に、47以上の個体は大きい

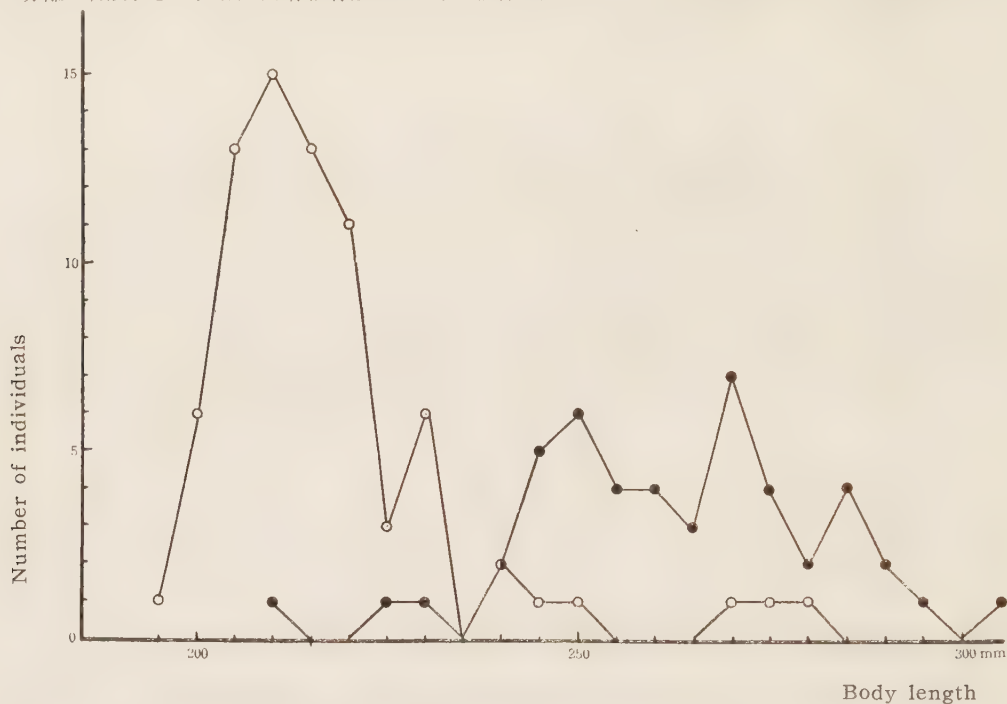


Fig. 2. Frequency curve of body length by vertebral counts; ○—43~46 vertebrae
●—47~49 "

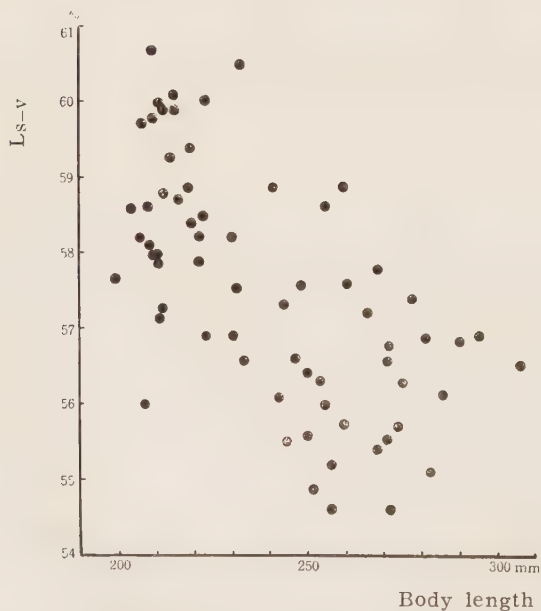


Fig. 3. Relationship of the body length with the distance between the top of snout and the base of ventral fin divided by body length (L_s-v).

方の体長群に、それぞれの大部分が含まれる。今井 (1955, 1956) の報告にしたがつて観察した結果、後述するように若干不一致点のみられる形質もあるが、この脊椎骨数46以下の小体長群の大部分はホソトビ *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE であり、同じく47以上の大型群の大部分はツクシトビウオ *C. heterurus döderleini* ABE と同定するのが妥当と考えられる。しかし、脊椎骨数が46以下で体長が 250~275mm 前後の個体、また、脊椎骨数が47以上で体長が 230mm 以下の個体が若干存在するが、これらの個体が全く別の種に属するのか、または成長の相異によるものか、これらの点については不明である。これについて今井 (1955) はツクシトビウオとホソトビの中間型と思われるものがときにみられると記載しているが、あるいはこれに該当するのかもしれない。

腹 鰭 前 長

今井 (1955, 1956) によれば, ホソトビとツクシトビウオを分類する基準の一つとして, 吻端から腹鰭基底までの長さで体長との比率をあげ, ホソトビではその長さが体長の 60.0~62.0%, ツクシトビウオでは56.5~58.5%であるとしている. 筆者の測定結果によるとこの腹鰭前長 (以下 $LS-v$ とする) は体長の54.5~60.7%の間に分布した. $LS-v$ と体長との比率と体長の関係は第3図でしめされる. それによると大体体長230mm以下の個体はその値が57.0以上となり, 240mm以上の個体は57.0以下に分布するものが多い. 同じくその比率と脊椎骨数との関係は第4図でしめされ, 脊椎骨数46以下の個体は57.0以上に47以上の個体は57.0以下にあてはまる.

鰭 条 数

胸鰭, 背鰭, 尻鰭の各鰭条数を脊椎骨数別に分類すると第3表のとおりである. 胸鰭条数については脊椎骨数46の群の平均条数が若干小さいほかは大差がなく, 背鰭条数は脊椎骨数47の群

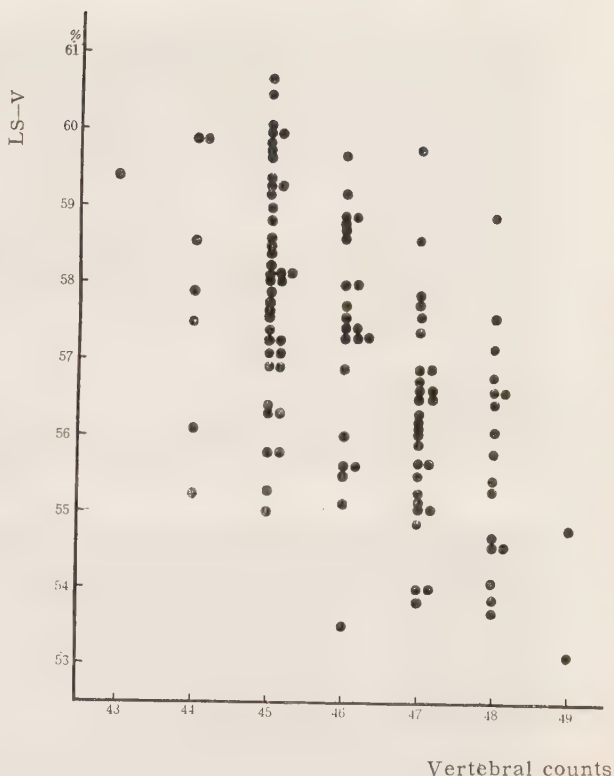


Fig. 4. Relationship of the vertebral counts with the distance between the top of snout and the base of ventral fin divided length ($LS-v$).

Table 3. Relation between the number of vertebrae and the number of pectoral, dorsal and anal finrays.

Number of finrays		Number of vertebrae						
		43	44	45	46	47	48	49
Pectoral fin	14	—	—	1	4	1	—	—
	15	1	5	32	17	21	15	2
	16	—	2	10	3	7	2	—
	N	1	7	43	24	29	17	2
	$\bar{x}$	—	15.29	15.21	14.96	15.12	15.12	—
	σ	—	0.53	0.51	0.53	0.53	0.34	—
Dorsal fin	12	—	3	9	6	5	3	—
	13	—	3	27	15	14	11	—
	14	—	1	7	3	9	3	1
	15	—	—	—	—	1	—	1
	?	1	—	—	—	—	—	—
	N	1	7	43	24	29	17	2
	$\bar{x}$	—	12.71	12.95	12.88	13.21	13.00	—
	σ	—	0.70	0.61	0.61	0.76	0.84	—

		Number of vertebrae						
		43	44	45	46	47	48	49
Anal fin	8	-	-	2	2	1	-	-
	9	1	6	35	9	5	4	-
	10	-	1	5	12	18	12	1
	11	-	-	1	1	4	1	1
	12	-	-	-	-	1	-	-
	N	1	7	43	24	29	17	2
	$\bar{x}$	-	9.14	9.12	9.50	9.97	9.82	-
	σ	-	0.35	0.49	0.71	0.76	0.51	-

が平均 13.21 と多い方にかたよっている。尻鰭条数は脊椎骨数 47 以上の群が 46 以下の群にくらゝ多くなつてゐる。今井 (1955, 1956) によると、ツクシトビウオの背鰭条数は 9~11 の間に、ホソトビのそれは 11~14 でツクシトビウオの背鰭条数が少くなつてゐるが、筆者の計測結果には脊椎骨数が 47 以上でツクシトビウオと思われるものの背鰭条数がホソトビと思われるものよりも多くなつてゐることが注目される。尻鰭条数について今井は同報告で、ホソトビでは 9, 10 (今井 (1956) では 8~10 としている)、ツクシトビウオでは 12~14 としているが、筆者の調査結果ではその多少の傾向は合致するが、前記報告のように明らかに分離した数値とはならない。以上の諸形質にみられる今井 (1955, 1956) の報告との不一致点は、今後さらに妥当な

Table 4. Relation between the number of vertebrae and the gonad weight.

Gonad weight	Number of vertebrae			
	43—46		47—49	
	♀	♂	♀	♂
— 4.9gr	1	4	1	3
5.0—9.9	10	34	7	1
10.0—14.9	4	4	9	—
15.0—19.9	5	1	3	—
20.0—29.9	2	—	—	—
25.0—29.9	2	—	—	—
30.0—34.9	3	—	4	—
35.0—39.9	3	—	1	—
40.0—44.9	1	—	3	—
45.0—49.9	—	—	3	—
50.0—54.9	—	—	3	—
55.0—59.9	—	—	3	—
60.0—64.9	—	—	1	—
65.0—69.9	—	—	2	—
70.0—74.9	—	—	1	—
75.0—79.9	—	—	1	—
80.0—84.9	—	—	—	—
85.0—89.0	—	—	1	—
Total	31	43	43	4

サンプリングにもとずいた採集標本の測定により、地域別、あるいは中間型または別種が存在として解明されるものと思われる。

生殖腺

卵巣を肉眼的観察で次の諸型に大別した。

A 未熟卵巣 これは直径約 0.5mm 以下の未熟卵が大部分で、左右の各卵巣ともその断面がほぼ円形の細棒状となつてゐる。

B₁ 成熟前期卵巣 前型の直径 0.5mm 以下の小卵と直径 1.3mm 以上の卵粒とが混在している。卵巣内ではこれらの卵粒は一樣に混在分布しており左右卵巣は密著しそれぞれの断面はほぼ半月型となる。

E₂ 成熟後期卵巣 B₁ の大型卵粒は卵巣腔に集合している。したがつて、卵巣腔に近い部分には未熟の小卵団が大部分である。未熟の小卵粒の一部はその卵径が B₁ のそれより若干大きくなつてゐるものもあるが、その直径は 1mm 以下である。また、B₁ では大型卵粒の纏絡糸はいまだ卵粒を圍繞しているが、この時期に



Plate 1. Upper-B₂, Below-B₁.



Plate 2. Upper-B₂, Below-B₁.



Plate 3. C.

なるとそれは既に解放しており、ホルマリン固定した卵巣を割ると卵粒は纏絡糸で連絡してくる。

C 産卵中または産卵終了卵巣 一の型の卵巣は外部から観察される熟卵は B_2 より少ないが、またはほとんど認められない。 B_2 の熟卵は若干不整な球型であるが、この型の熟卵はほとんど完全な球型である。産卵終了卵巣の外観はAに似ているが、Aにくらべて卵巣腔が充実していない。

ツクシトビウオの B_2 型の熟卵径は $1.95 \sim 2.20 \text{ mm}$ であり、 B_1 型のそれは $1.75 \sim 2.00 \text{ mm}$ となっている。ホソトビの B_2 型では $1.50 \sim 1.90 \text{ mm}$ 、 B_1 型では $1.25 \sim 1.30 \text{ mm}$ である。 B_2 型の熟卵径とC型の熟卵径ではほとんど差がない。産出されると考えられる熟卵数はツクシトビウオでは $8,000 \sim 20,000$ 、ホソトビでは $4,000 \sim 16,000$ と算定された。産出されないと思われる小卵団の卵数は計測が技術的に困難であり、また誤差も大きいと考えられるので詳細な計測は行わなかったが、産出される卵数の2～3倍はあると思われる。

成 長

筆者は先にトビウオ類の日本海及び九州西岸の資源量の経月変化から、トビウオ類成魚が日本海における産卵後の生態について疑問をもった。すなわち、初夏来遊する産卵群が漁獲された後、日本海沿岸では南下期と推定される秋期以後、トビウオ類成魚の漁獲がみられないことから、日本海に來遊するトビウオ類の成魚は産卵後絶死するのではないかと、そしてまた、秋期若干漁獲されるトビウオ類の幼魚は当才魚であり、それから翌夏産卵群として來遊して行くのではないかと考えた。結果としてここにこれらトビウオ類の成長を追求する段階となったわけであるが、現在のところこの問題を解明するための手がかりとしては、九州五島附近に秋期から年末にかけて漁獲されるツクシトビウオとホソトビ幼魚の体長範囲が知られていること、対馬暖流開発調査による稚魚網採集結果等がある。今、これらの結果と今回の成魚標本の体長分布とを総括し、産卵期を5～7月とし、また、その年の発生群が翌年産卵群となつて添加するとして成長帯をえがくと第5図のようになる。一方、耳石にあらわれる輪紋を年令指示形質として、輪紋形成時の計算体長を求めた。耳石はホソトビ、ツクシトビウオ共に扁平な米粒状であり体側面に対し凹入した形でやや彎曲している。耳石の

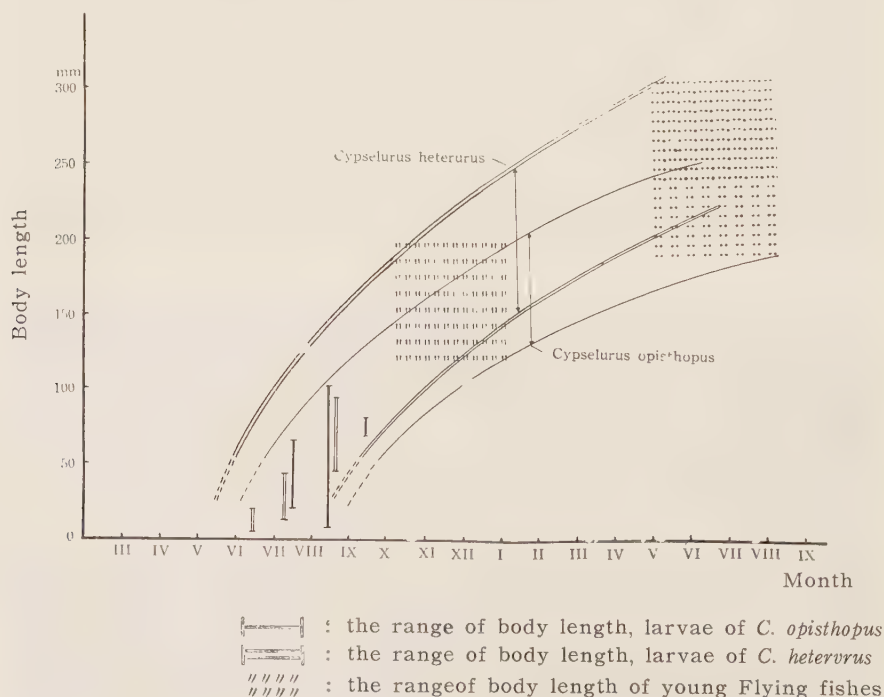


Fig. 5. Growth curve of Flying fishes.

測定軸は彎曲した内側に選定した。耳石の中核部は乳白色の不透明帯でその外縁は透明帯となつてゐるが、その移行部は極めて明瞭で、かつ急激な変化がみとめられるのでその部分を輪とした。ほとんど大部分の個体の耳石にこの移行部が1個、すなわち、1輪のみみとめられ $l_n = B \cdot L \cdot r_n / R$ によつて求めた輪紋形成時の計算体長は脊椎骨数別に第5表のとおりとなる。第5図でしめされるように秋期から年末にかけての幼魚の体長は 120~180mm であるが、第1輪形成時計算体長はほとんどが上記の体長範囲に包含される。すなわち、耳石の輪紋形成期は秋期から年末にかけてであらうと推察される。以上綜合した結果、日本海に來游するホソトビ、ツクシトビウオは産卵後斃死し、その年の發生群は翌年成魚となつて産卵する、すなわち、それらの寿命は大体満1年と推定するのが最も妥当と考えられる。

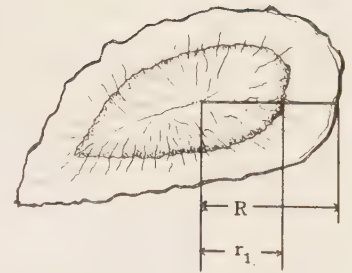


Fig. 6. Otolith of *Cypselurus heterurus döerleini* ABE

Table 5. Relation between the vertebral number and calculated body length when the first ring of otolith is formed.

ℓ_1	Number of vertebrae					
	44	45	46	47	48	49
120mm	1	—	1	—	—	—
125	—	1	—	—	—	—
130	—	2	—	—	—	—
135	1	2	—	1	1	—
140	1	4	1	—	—	—
145	2	7	3	—	1	—
150	1	7	4	2	—	—
155	—	9	4	4	1	—
160	1	6	1	7	1	—
165	—	1	1	2	1	—
170	—	0	4	2	2	—
175	—	2	1	3	2	1
180	—	—	1	2	1	—
185	—	—	—	—	2	—
190	—	—	—	1	2	—
195	—	—	—	—	—	1
200	—	—	—	2	2	—
N	7	41	21	26	16	2
$\bar{x}$	14.21	15.00	15.60	16.62	17.38	18.50
σ	1.16	1.04	1.36	1.49	1.80	1.00

IV. 要 約

本報告は昭和33年5月から7月までの間に、山口、島根、兵庫、福井、石川の各県で漁獲された標本、合計123尾の測定によつた。

1. 体長と体重

標本の体長は 195~310mm の間に分布し、それは 195~230mm 及び 240~310mm の間に分布範囲をもつ2群に大別できる。雄の体長範囲はこの2群の中でそれぞれ雌のそれよりも小さい方にかたよつてゐる。

体重組成についても、体長組成と同様の現象がみられる。

2. 脊椎骨数

脊椎骨数の算定には *urostyle* を除外した。脊椎骨数46以下の個体は先述の小型群に、47以上のものは大型群に大部分が含まれる。小型群の大部分はホソトビ *Cypselurus opisthopus hiraii* ABE, 大型群の大部分は *C. heterurus döderleini* ABE と考えられる。

3. 腹鰭前長

小型群のこの値は大部分が57.0以上、大型群の大部分は56.9以下に分布する。

4. 鰭条数

脊椎骨数別にみた胸鰭の平均鰭条数に大差がない。尻鰭及び脊鰭の平均鰭条数では脊椎骨数47以上の群が46以下に群にくらべ多い。

5. 生殖腺

肉眼観察によつて、A 未熟、B₁ 成熟前期、B₂ 成熟後期、C 放卵後の4型にわけられる。ツクシトビウオの熟卵径は 1.95~2.20mm, 放卵数は 8000~2000, ホソトビでは 1.50~1.90mm 及び 4000~16000 と算定される。

6. 成長

net 採集による稚魚体長、秋期漁獲される幼魚体長、今回の標本の体長組成から、ツクシトビウオ、ホソトビの生長の概略は第4図でしめされる。耳石にはすべて一輪のみ形成されており、その第1輪形成時の計算体長は秋期の幼魚体長範囲に合致する。秋期以後、成魚が漁獲されないことと考え合わせ、これらのトビウオ類は約満1年で成熟し、産卵後は死滅すると思われる。

参 考 文 献

- 今井貞彦 (1955). 対馬暖流海域の稚魚速報—薩南海域のトビウオ類. 対馬暖流開発調査研究報告(2): 23~51.
- (1956). 日本産トビウオ類の特徴と検索 I. 成魚の特徴, II. 稚魚期の特徴. 鹿児島大学水産学部紀要, 5: 91~102.
- 鹿野忠雄 (1944). 紅頭嶼ヤミ族と飛魚. 附 比律賓バタン諸島の飛魚漁. 太平洋圏 民族と文化 (上): 503~574.
- 村上子郎, 真道重明 (1949). 天草周辺における重要生物の資源学的研究 I. トビウオに関する測定結果について. 日本水産学会誌, 5(3): 109~113.
- 日本海区水産研究所 (1956-1955). 対馬暖流調査: 稚魚網採集による稚仔魚・魚卵査定結果速報.

日水研年報 (4): 25-31, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 25-31, 1958.

マイワシの孵化時間と水温との関係

伊 東 祐 方

On the Relation between Water Temperature and the Incubation Time of Sardine (*Sardinops melanosticta*)

BY

SUKEKATA ITO

Abstract

1. The present paper deals with the studies of the relation between water temperature and the incubation time of Sardine (*Sardinops melanosticta*), the percentage ratio of time required to reach respective stages of different development to the whole incubation time, and estimation of the spawning time of the fish from the egg samples obtained during the hauling surveys made at the lattice cruising in the Noto region, Japan Sea.

2. Concerning the ratio of time required for developing to respective stages to the whole incubation time, we have obtained a result as shown in Table 1.

3. The main spawning time of Sardine is conceived to be 20.00 to 24.00 (Fig. 1). It coincides with the result already reported by the present author *et al.* (1954).

4. The relation between water temperature and the incubation time of Sardine is formulated by the following equation:

$$\log T = 2.7400 - 0.05708 \theta$$

where T is the hours required for hatching, and θ is the water temperature in degrees centigrade.

I. は し が き

孵化時間と水温との関係といった問題はマイワシの資源的研究を進めていくうえには、当然解明されていなければならない基礎問題である。しかし、これについては、小林 (1944) が孵化実験から水温20℃で約40時間、中井 (1950) が水温15.2, 17.5, 20.5℃でそれぞれ58, 54時間前後で、また早野 (1955) が14~15℃で72~80時間で孵化するとの報告があるにすぎない。中井、小林両氏の求めた値は実際の産卵時の水温に比して高い場合のものであって、実際の採集資料の検討に際しては不便を感じる場合が多い。

そこで、筆者は昭和27年以来能登近海でイワシ類の卵・稚仔の水平的・垂直的分布をするため、小海域を詳細、かつ連続的に行つた調査資料をえているので、それらの資料の一部に基づいて孵化時間と水温の関係式を求めたのでここに報告する。

なお、本調査に助言と協力を賜つた日本海区水産研究所西村二郎技官、及び助言と校閲を賜つた資源部長加藤源治技官に深謝の意をあらわすものである。

Ⅱ. 材料と方法

今回使用した資料は1952～1956年の5ヶ年に亘つて能登近海でマイワシの卵・稚仔の発生段階別垂直・水平分布調査のため、おこなつた定点での10分～2時間間隔の連続採集、及び柵目状調査資料によつたもので、その詳細は附表1に示した。なお、柵目状調査は大体能登半島北岸に対して略直角にいくつかの定線を設け、潮下より順次移動採集したもので、線間の間隔は2.5～3哩、点間は2～2.5哩とし、一線に5～7点を設けて行つたものである。今回用いた資料は網ネットによる50m層から表面までの垂直曳網によつたものだけを用いた。使用船舶は本所試験船第二旭丸(37トン)により、曳網は電動、あるいは手動によつて大体 1m/sec の速度でおこなつたものである。

採集資料はホルマリン固定後、実験室にもち帰り、検鏡し stage 別の区分は中井の基準(附表2参照)によつた。

今回検討した資料は全資料でなく、最初に用いた資料の採集時刻から約2時間置きに当る時刻に採集した標本について、stage 別、発生日別に比較検討したものである。

Ⅲ. 結果と考察

1. 孵化時間に対する発生 stage 別所要時間の比率

比較的充実した6回*の柵目状調査資料から、各発生 stage の時刻出現、および発生推移状況から、孵化時間に対する各 stage の平均比率を求め、Table 1に示した。表をみれば、明らかなように Aa stage が22%でもつとも長く、ついで Ca, Cb とつづき AA, Ac の stage がそれぞれ5, 4%で短くなつてゐる。

Table 1. Percentage ratio of time required for developing to respective stages to the whole incubation time.

Item \ Stage	A				B			C		Remarks
	A	a	b	c	a	b	c	a	b	
Ratio	5%	22	4	11	7	10	10	17	14	Author
Cumulative ratio	5	27	31	42	49	59	69	86	100	
Ratio	4	21	11	7	9	8	14	23	3	HAYANO
Cumulative ratio	4	25	36	43	52	60	74	97	100	

これを早野(1953)が小林(1944)の資料から求めた比率と比較すると、筆者の求めた Ac, Ca, Cb の比率が早野の求めた値より多少大きい。事実、早野も Cb の所要時間の比率が小さくできすぎていることを指摘している。

2. 産卵時刻

産卵時刻については早野(1953)、中井ほか(1955)によつて前夜半であることが知られ、また、能登近海のマイワシについては伊東ほか(1954)によつて大体20～24時に主として産卵がおこなわれることが報告されている。

今回、y 軸に各 stage の孵化時間に対する累積比率をとり、x 軸に時刻をとつて、各調査資料から、時刻別、発生日別の出現状況を Fig. 1 に示した。さらに、わかり易くいえば、ある点のある時刻の採集資料の中には、発生時刻、あるいは発生日を異にするいくつかの卵群が含まれている。そのもつとも発生の若い stage の卵群のモードを第1日目の時刻上に記入し、次の stage の卵群のモードを24時間ずらして記入したものが図となつて示されている。

図をみれば明らかなように、放卵直後の AA stage は20～2時の間に多く出現し、時刻の推移とともにその発生 stage が成長していく状態が連続的に表示されている。これから、発生時刻を異にする卵群の出現分布はみられず、特定時刻に産卵された卵群によつて占められていることがうかがわれる。

* 1953, IV, 25—26; IV, 27—23; V, 10—11, 1954, V, 17—18; 1955, IV, 21—22; V, 5 の資料。

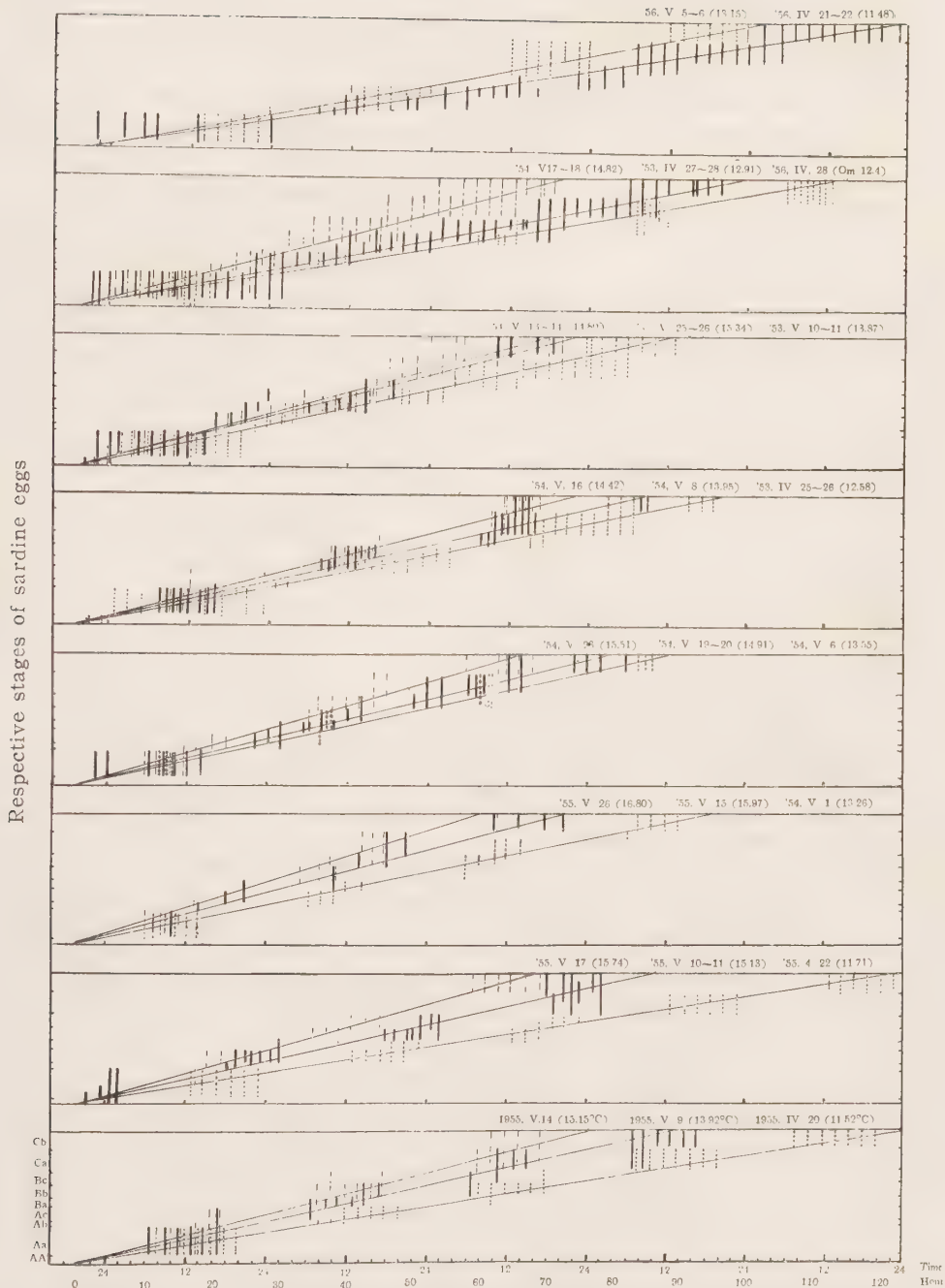


Fig. 1. Diagram showing the relationship between the developmental stages and the developing time in sardine eggs, constructed taking use of the egg samples obtained on the spawning area of sardine off Noto Peninsula during the period 1952 to 1956.

The ordinate is the cumulative percentage ratio of time required to reach respective nine stages to the whole incubation time, the abscissa denoting the hour. The egg samples were grouped into several age-categories and put on the diagram with 24-hour interval against their respective developmental stages. The straight lines were drawn from the time-point considered to be the spawning time of sardine, *i. e.*, 20hr through the modes of developmental stages of successive age-categories.

以上のことから、産卵時刻は前夜半の特定時刻と推定され、すでに、筆者らの求めた時刻と大略的に一致することが確認された。

3. 孵化時間と水温との関係

前述の時刻別、発生日別の各 stage の出現状況から、産卵時刻を20時として、各 stage の分布モードをたどると、ほぼ直線がえがかれる (Fig. 1)。その直線と Cb の末期を示す直線との交点の示す時刻と産卵

時刻すなわち20時との時間をそのときの孵化時間とみた。

つぎに、能登近海の卵の垂直分布調査から、一般に卵は放卵時の水深を相対的に保ちながらも、卵の発生が進むにつれて浮上し、また孵化前の stage 時には沈降する傾向をもっている。

また、卵の比重は海水のそれと大差がないから、海水の流動に支配されやすい (西村・伊東, 1953)。それで野外での資料から孵化時間を取扱う場合、どの水層の水温をとった場合現実と一致するか極めて難しい問題である。しかし、卵の垂直分布は 30m 以浅に多いこと、及び前述の卵自体の垂直移動などを考慮して、今回は調査海域の 10m 層の水温の平均値をとって検討を進めた。

そして各資料の水温と孵化時間の関係資料を Table 2 に示した。

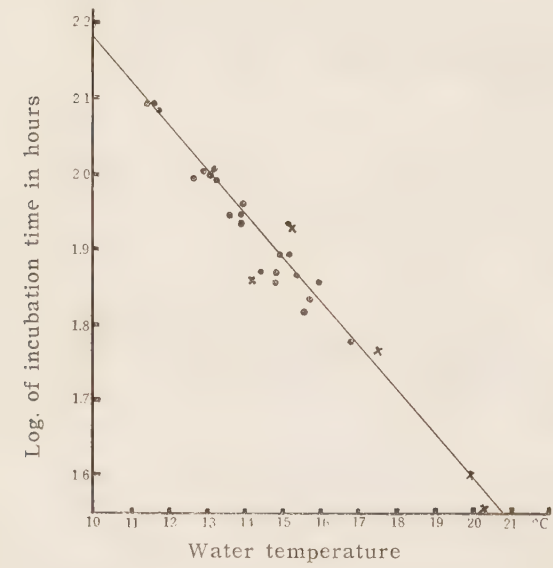


Fig. 2. Regression diagram showing the influence of temperature(°C) on the time required for hatching of sardine eggs.

x-NAKAI and KOBAYASHI's data

Table 2. Records of water temperature and incubation time estimated from Fig. 1.

Date	Water temperature (°C) (10m layer)	Incubation time (Hour)	Date	Water temperature (°C) (10m layer)	Incubation time (Hour)
1952, V, 25-26	15.34	74	1955, V, 10-11	15.13	86
1953, IV, 25-26	12.58	98	" " , 14	15.15	78
" " , 27-28	12.91	100	" " , 15	15.97	72
" V, 10-11	13.87	88	" " , 17	15.74	68
1954, V, 1	13.26	98	" " , 21	16.80	60
" " , 6	13.55	88	1956, IV, 21-22	11.48	124
" " , 8	13.95	86	" " , 28	Om 12.4	112
" " , 13-14	14.80	72	" V, 5-6	13.15	102
" " , 16	14.42	74			
" " , 17-18	14.82	74		14.2	72
" " , 19-20	14.91	78		15.2	85
" " , 23	15.51	66		17.5	58
1955, IV, 20	11.52	124		20.3	34
" " , 22	11.71	122			
" V, 9	13.92	90			
			NAKAI (1950)		
				14.2	72
				15.2	85
				17.5	58
				20.3	34
			KOBAYASHI (1944)	20.0	40

孵化時間と水温の関係式を日暮・田内 (1925) の式、すなわち $\log T = a + b\theta$ (ただし、 T は孵化時間、 θ は水温) によつて、係数を求め、次式をえた (Fig. 2)。

$$\log T = 1.7400 - 0.05708 \theta$$

この式から求めた水温と孵化時間の関係を Table 3 に示した。なお、危険率 0.05 のときの、水温 10, 15, 30°C の信頼限界はそれぞれ、145.3~149.9, 74.3~78.7, 37.3~41.9 時間である。

Table 3. Time in hours after spawning required for hatching at different water temperatures.

Water temperature (°C)	Incubation time (hour)		Water temperature (°C)	Incubation time (hour)	
	Present author	AHLSTROM ⁺		Present author	AHLSTROM ⁺
10.0	148	129	15.5	72	64
10.5	138	121	16.0	67	60
11.0	130	114	16.5	62	56
11.5	121	107	17.0	59	53
12.0	114	100	17.5	55	49
12.5	106	94	18.0	52	46
13.0	100	88	18.5	48	43
13.5	93	83	19.0	45	41
14.0	87	77	19.5	42	48
14.5	82	73	20.0	40	36
15.0	78	68			

+ Time required to reach the stage of development immediately preceding to hatching. Based on AHLSTROM (1954).

いまこれを AHLSTROM (1954) がカルホルニヤ・サーヂン (*Sardinops caerulea*) について求めた関係式* $\log T = 2.67 - 0.0558\theta$ と比較すると、孵化直前までの時間を求めたものであるという点を考慮にいれても、低水温の場合の所要時間に多少相違があり、筆者の方が長くなっている。

水温と孵化時間の関係を現場の資料から求める場合、幾多の仮定、すなわち、卵自身が垂直移動をすることが知られているのに 10m 水温の平均値をとつたこと、産卵時刻を 20 時と仮定したこと、出現時刻と各 stage の発生段階の関係を直線で結んだことなど——の上にたつたものであり、また、検鏡時の測定誤差なども含まれるので得られた値そのものに多少の誤差が介入することは認めなければならない。

Fig. 2 で低水温の場合より、高水温の場合に孵化時間にばらつきが大きいのは、低水温の資料は 4 月中のものが多く、その時期はその海域の対流期に当り、各層の水温差も小さいが、高水温の資料は 5 月中のもので成層期にあたり、上層の各層の水温差が大きく、卵自身も垂直移動をしているので 10m 層水温をとつた場合当然大きな誤差がでてくることになるものと推定される。

文 献

- AHLSTROM, E. H. (1954). Distribution and abundance of egg and larval populations of Pacific sardine. U.S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Fishery Bull. 93 Vol. 56.
- 早野孝教 (1953). 産卵調査の検討としての基礎調査. いわし資源調査報告書 (昭27), 西海水研.
- 日暮忠・田内森三郎 (1925). 魚卵の孵化日数と温度との関係. 水講報告, Vol. 21 No. 11.

* 水温は 10~20m 層の平均値をとり、孵化時間は孵化直前までの時間をとつてゐる。したがつて、孵化時間を求めるときは、高水温の場合で、2~3 時間を加えなければならないことを指摘している。

伊東祐方・渡辺和春・西村三郎・笠原昭吾（1954）．能登近海におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動．

日水研年報，No. 1．

小林久雄（1944）．鰯卵人工孵化の研究．海洋の科学，Vol 4, No. 7．

中井甚二郎（1950）．イワシ資源に関する調査研究概要．東海水研．

——・宇佐美修造・服部茂昌・本城康至・林繁一（1955）．昭和24～26年鰯資源協同研究経過報告．

東海水研．

西村三郎・伊東祐方（1955）．能登近海における卵・稚仔の分布調査中間報告．日本海イワシ資源調査概要，

日水研．

附表 1．供試資料一覧表

年 月 日	時 間	位 置	採集点数	調 査 項 目	摘 要
1952, V, 25~26	15: 10~15: 00	37° 32.4' N 136° 47.2' E	95	連 続 採 集	10~20分間隔
1953, IV, 25~26	15: 00~ 7: 20	37, 30 136, 58	50	〃	20 〃
〃 〃 27~28	16: 00~16: 00	37, 30.5 137, 1.7	49	〃	30 〃
〃 V, 10~11	13: 30~ 1: 30	37, 35.8 136, 45.7	25	〃	30 〃
1954, V, 1	5: 23~14: 40	輪 島 沖 合	20	桺 目	点間隔 2 渾 線間 〃 3 〃
〃 〃, 6	7: 38~ 9: 34	〃	5	〃	〃
〃 〃, 8	7: 30~16: 05	〃	20	〃	〃
〃 〃, 13~14	17: 20~ 5: 25	37, 31 136, 57	7	垂 直 分 布	2 時間間隔
〃 〃, 16	9: 25~16: 32	輪 島 沖 合	20	桺 目	点間 2' 線間 3'
〃 〃, 17~18	16: 12~17: 14	37, 26.4 137, 25.8	13	垂 直 分 布	2 時間間隔
〃 〃, 19~20	6: 22~ 2: 46	飯 田 沖 合	39	桺 目	点間 2' 線間 3'
〃 〃, 23	6: 23~18: 45	37, 21.8 137, 20.8	7	垂 直 分 布	2 時間間隔
1955, IV, 20	8: 23~20: 05	輪 島 沖 合	20	桺 目	点間 2.5' 線間 2.5'
〃 〃, 22	13: 04~23: 30	37, 27.6 136, 56.2	6	垂 直 分 布	2 時間間隔
〃 V, 9	6: 15~17: 52	輪 島 沖 合	20	桺 目	点間 2.5' 線間 2.5'
〃 〃, 10~11	18: 01~ 5: 40	37, 28.8 136, 54.6	6	垂 直 分 布	2 時間間隔
〃 〃, 14	6: 37~17: 20	輪 島 沖 合	16	桺 目	点間 2.5' 線間 2.5'
〃 〃, 15	9: 55~21: 15	37, 28.8 136, 56.0	6	垂 直 分 布	2 時間間隔
〃 〃, 17	7: 05~17: 32	輪 島 沖 合	20	桺 目	点間 2.5' 線間 2.5'
〃 〃, 21	10: 05~17: 55	37, 27.6 136, 50.2	4	垂 直 分 布	2 時間間隔
1956, IV, 21~22	16: 24~12: 56	能登北部海域	45	桺 目	点間 2' 線間 3'
〃 〃, 28	6: 21~13: 36	輪 島 沖 合	18	〃	〃
〃 V, 5~6	12: 05~ 0: 31	〃	29	〃	〃

附表 2. 発生 stage の区分⁺

名 称	記 号	説 明
1. 前 前 期	AA	放卵後から卵膜が捲き上がるまでの期間.
2. 前 期 前	Aa	卵膜が捲き上ってから、側面からみて胚膜の部分がその外縁に直交する卵黄の直径の $\frac{1}{8}$ を占めるまでの期間.
3. 前 期 中	Ab	Aa 以後、卵黄の直径を前述の方法により観察し、その $\frac{2}{8}$ が胚膜によつて占められるまでの期間.
4. 前 期 後	Ac	Ab 以後、胚膜が卵黄の全面を蔽い、胚口が閉鎖するまでの期間.
5. 中 期 前	Ba	胚口が消失し、尾芽の末端が油球に達しない期間.
6. 中 期 中	Bb	尾芽が油球附近に達し、まだ尾芽が顕著に隆起していない期間から Bc に至るまでの期間.
7. 中 期 後	Bc	尾芽が顕著に隆起し、その腹側の付根の終末点における切線に対してこの付根の終末点と尾芽の末端を結ぶ直線が直角になるまでの期間.
8. 後 期 前	Ca	尾芽が卵黄から離れて伸長し、その遊離した部分の長さがその前部の長さより短い期間.
9. 後 期 後	Cb	Ca 以後から孵化するまでの期間.

⁺ 中井基準は 8 stages であるが、筆者は前々期 AA を加えて 9 stages とした.

日水研年報 (4): 33-41, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 33-41, 1958.

プランクトン・ネットによる卵・稚仔採集量の信頼性

伊 東 祐 方

Variability of Catches in the Vertical Net Haul of Fish Eggs and Larvae

BY

SUKEKATA ITO

Abstract

1. The variability of catches of the eggs and larvae of some fishes (*Sardinops melano-sticta*, *Etrumeus microptus* and *Engraulis japonica*) by vertical hauls with a standard Maruoku net is calculated from the results of repeated samplings made on the spawning area of sardine and its related species off Noto Peninsula, Japan Sea.

2. The percentage standard deviation of a single haul is calculated to range from 12 to 33% in sardine, round herring and anchovy eggs and to be from to 94% in sardine and anchovy larvae.

3. A major part of the variability of catches of eggs and larvae is due to differences in micro-concentration (statistically non-random distribution) of the organisms. It is then indicated that the micro-distribution of eggs was more random than of that larvae and macro-plankton such as Copepoda.

4. A single haul catch may be considered significantly different from another if is less than two thirds or more than one and half times the other as concerns fish eggs, and if it is less than one third or more than three times the other as concerns fish larvae.

I. は し が き

プランクトンの定量採集法としてネットによる採集がひろく一般に用いられていて、それらネットの採集量の信頼性の問題についてはすでに数多くの研究結果が報告されている。

現在イワシ資源調査において、卵・稚仔の量的問題は罾ネットと呼ばれているプランクトンネットの垂直採集資料に基いて検討がなされている。罾ネットの垂直採集資料の信頼性については MOTODA & ANRAKU (1955) によつてマクロプランクトンについて検討がなされているが、卵・稚仔については報告されていない。卵・稚仔の採集量の検討は SILLIMAN (1946) がカリホルニア・サーデンについて行つていゝのである。

筆者は能登近海でマイワシの卵・稚仔の分布調査のため、昭和27年以来樹目状採集調査を続けてきているが、今回は1955年春の資料に基いて卵・稚仔採集量の変異について検討を行つたので報告したい。

なお、調査に際し種々の助言と協力を賜った日本海区水産研究所の西村三郎、渡辺和春、笠原昭吾の諸氏に感謝するとともに、調査の労をとられた第二旭丸の船長綱市三郎氏ほか船員各位に対して御礼を申し上げる。また、統計的处理に助言を賜った東海区水産研究所田中昌一氏に謝意を表すものである。

Ⅱ. 方 法

1953年4～5月にかけて能登沿海で柵目状調査（定線4本、定線間隔5哩、定線5点、測定間隔2.5哩）を行つた際、一点で罾ネット（口径45cm、布地長15cm、網地長75cm、網目GG 5号に相当）の50mから表面までの垂直採集を3回繰返し実施し、その採集資料のうち、マイワシ卵、前期稚仔及び後期稚仔、ウルメイワシ卵、カタクチイワシ卵及び稚仔について分散分析法によつて検討した。

曳網は電動によつたが、その速度は大体毎秒1mになるよう調節した。この調査は下記のごとく4月20日から5月17日まで4回行われたが、調査時の海上は静穏であつたため、曳網の際の傾角は特別に考慮する必要は認められなかつた。

調 査 月 日	時 刻	観 測 点 数	3 回 曳 網 点 数	波 浪	備 考
1955. IV. 20	8: 22～20: 05	20	20	2 ～ 3	〔ウルメ、カタクチ卵 ・稚仔殆んど採集さ れず〕
V. 9	6: 29～17: 55	20	5	0 ～ 1	
V. 14	6: 48～17: 14	16	4	1 ～ 2	
V. 17	7: 15～17: 32	20	4	0 ～ 2	

Ⅲ. 結 果

分散分析に際して同一地点と繰返しの曳網を独立処理とみなすかどうかについては問題は残るが、今回は同一地点と各曳網はいずれも独立処理として、両者の変動について分散分析を行つたものである。

また、採集量の頻度分布はJ shape に近いので、SILLIMAN (1946) にならうて対数変換し、採集物の6の場合の処理はこれを除外して取扱つた。

(1) マ イ ワ シ

(a) 卵

1955年4月20日の資料についての分散分析の結果を Table 1 に示した。交互作用項を基準として曳網及び地点間の変動を検定すると危険率0.01で曳網間の変動は有意とは認められなかつたが地点間の差は有意と認められた。それで、1回の曳網の対数値の標準偏差として $\sqrt{\frac{0.0099+0.6022}{2+35}} = 0.126\%$ がえられ、これを百分率で示すと33%となる。これの95%の信頼限界を求めると大略57～176%となる。

5月9日の結果 (Table 2) でも前回同様、危険率0.01で地点間も有意、各曳網間でも有意とは認められない。そして、百分率標準偏差25%、95%信頼限界63～157%をえた。

5月14日の結果 (Table 3) では標準偏差12%、信頼限界80～124%、5月17日 (Table 4) では12%、79～125%をうる。

4回の実験の平均値として (Table 5) では百分率標準偏差28%、95%信頼限界として62～163%をえた。

(b) 前 期 稚 仔

前期稚仔すなわち孵化後から卵黄吸収し終るまでの stage について求めてみると下記に示す通りである。

月	日	百 分 率 標 準 偏 差	95% 信 頼 限 界
IV. 20		55%	42～241% (Table 6)
V. 9		94	27～377 (" 7)
V. 14		71	34～293 (" 8)
V. 17		53	43～234 (" 9)
平 均		63	28～265 (" 10)

(c) 後 期 稚 仔

罾ネットで採集可能な大きさは全長20mm前後までであるが、多くは15mm以下のものである。資料が少ないため全調査を通じての結果 (Table 11) だけを記すると、百分率標準偏差65%, 95%信頼限界37~270%の値をえた。

(2) ウルメイワシ卵

次の値をえた。

月	日	百分率標準偏差	95% 信 頼 限 界
V.	9	29%	60~167% (Table 12)
V.	14	15	75~132 (" 13)
V.	17	15	75~132 (" 14)
平	均	23	68~147 (" 15)

(3) カタクチイワシ卵・稚仔

卵・稚仔の結果は下記の通りである。

月	日	百分率標準偏差	95% 信 頼 限 界
卵	V. 9	22%	67~149% (Table 16)
	V. 14	9	84~118 (" 17)
	平 均	17	73~137 (" 18)
稚	仔	63	37~266 (" 19)

(4) マイワシ, ウルメイワシ, 及びカタクチイワシ卵の総計

3種卵を合計したものの平均値では、百分率標準偏差として25%, 95%信頼限界として64~156%の値をえた (Table 20)。

Table 1. Analysis of variance

Sardine egg (April 20, 1955)

Source of variation	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square
Stations (S)	19	22.3672	1.1772
Hauls (H)	2	0.0099	0.0049
Residual (S×H)	38	0.6022	0.0158
Total	59	22.9793	-

Table 2.

Sardine egg (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	4.7119	1.1780
H	2	0.0046	0.0023
S×H	8	0.0371	0.0108
Total	14	4.8036	-

Table 3.

Sardine egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	1.0121	0.3374
H	2	0.0019	0.0009
S×H	6	0.0161	0.0026
Total	11	1.0301	—

Table 4.

Sardine egg (May 17, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.1630	0.0543
H	2	0.0029	0.0014
S×H	6	0.0167	0.0027
Total	11	0.1826	—

Table 5.

Sardine egg (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	32	39.7619	1.2425
H	2	0.0061	0.0030
S×H	64	0.7353	0.0115
Total	98	40.5033	—

Table 6.

Sardine pre-larva (April 20, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	17	8.6015	0.5060
H	2	0.0131	0.0065
S×H	34	1.2970	0.0381
Total	43	9.9116	—

Table 7.

Sardine pre-larva (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.0825	0.0275
H	2	0.1334	0.0667
S×H	6	0.5301	0.0883
Total	11	0.7460	—

Table 8.

Sardine pre-larva (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.6660	0.2220
H	2	0.4074	0.2037
S×H	6	0.0304	0.0050
Total	11	1.1038	-

Table 9.

Sardine pre-larva (May 17, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.3136	0.1045
H	2	0.0026	0.0048
S×H	6	0.2629	0.0438
Total	11	0.5861	-

Table 10.

Sardine pre-larva (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	29	13.7007	0.4724
H	2	0.0319	0.0159
S×H	58	2.6520	0.0457
Total	89	16.3846	-

Table 11.

Sardine post-larva (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	25	2.9036	0.1163
H	2	0.0758	0.0379
S×H	50	2.3562	0.0471
Total	77	5.3406	-

Table 12.

Round herring egg (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	1.7473	0.4368
H	2	0.0394	0.0197
S×H	8	0.0858	0.0007
Total	14	1.8725	-

Table 13.

Round herring egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.6831	0.2277
H	2	0.0020	0.0010
S×H	6	0.0284	0.0047
Total	11	0.7135	-

Table 14.

Round herring (May 17, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.1336	0.0445
H	2	0.0199	0.0099
S×H	6	0.0105	0.0017
Total	11	0.1640	-

Table 15.

Round herring (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	12	5.9756	0.4980
H	2	0.0098	0.0049
S×H	24	0.1762	0.0073
Total	38	6.1616	-

Table 16.

Anchovy egg (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	0.2637	0.0659
H	2	0.0098	0.0049
S×H	8	0.0659	0.0082
Total	14	0.3394	-

Table 17.

Anchovy egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.7201	0.2400
H	2	0.0066	0.0033
S×H	6	0.0042	0.0007
Total	11	0.7309	-

Table 18.

Anchovy egg (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	8	1.1310	0.1414
H	2	0.0013	0.0006
S×H	16	0.0851	0.0053
Total	26	1.2174	—

Table 19.

Anchovy larva (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	12	5.9691	0.4874
H	2	0.0917	0.0458
S×H	24	1.0331	0.0451
Total	38	7.1439	—

Table 20.

Sardine, Round herring and Anchovy egg (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	54	52.8384	0.9785
H	2	0.0004	0.0002
S×H	108	1.0134	0.0093
Total	164	53.8522	—

IV. 考 察

今回の実験はマイワシ卵・稚仔の分布調査の際に附随的に行つたもので、実験計画そのものに不備の点はあるが、一応綜合して考察を加えることにする。

当然予想されるように地点間の変動は各実験とも有意な差が認められた。これは今回実験した海域では卵・稚仔の分布が集中的であり、不均一的に分布していることを示すものであらう。また、繰返し曳網間の変動の差は有意とは認められない結果をえている。それで上述の百分率標準偏差及びその95%信頼限界を一覧表として Table 21 に示した。

百分率標準偏差はマイワシ卵についてみると12~33%の範囲であり、平均値として28%をえており、ウルメイワシ卵でも12~29%、平均22%、また、カタクチイワシ卵では9~22%、平均17%で予想外の低い値を示している。これを他の研究者の求めた値と比較すると、非常に小さい値となつてゐる。すなわち、MOTODA & ANRAKU (1955) は 罾 ネットの 0~150m 垂直曳でマクロプランクトンについて47%、また元田・安楽 (1958) はマクロプランクトンについて30~102% (平均69%) をえており、SILLIMAN (1946) は斜行曳でカリホルニヤ・サーデン卵で50%、WINSOR & CLARKE (1940) はマクロプランクトンについて53%の値をえている。

しかし、一方稚仔についてみると、マイワシ前期稚仔で百分率標準偏差として53~94%、平均63%、後期稚仔で65%、カタクチイワシ稚仔で63%といずれも卵の場合に比して極度、大きい値を示し、前述の他の研

Table 21. The percentage standard deviations and 95% fiducial limits of a single vertical haul for egg and larva sampling in each series.

Date \ Species		Sardine			Round herring	Anchovy		All species
		Egg	Pre-larva	Post-larva	Egg	Egg	Larva	Egg
April 20	A	33%	55	-	-	-	-	-
	B	57-176%	42-241	-	-	-	-	-
May 9	A	25	94	-	29	22	-	-
	B	63-157	27-377	-	60-167	67-149	-	-
May 14	A	12	71	-	15	9	-	-
	B	80-124	34-294	-	75-132	84-118	-	-
May 17	A	12	53	-	15	-	-	-
	B	79-125	43-234	-	75-133	-	-	-
Total	A	28	63	65	22	17	63	25
	B	62-163	38-265	37-270	68-147	73-137	37-266	64-156

A: Percentage standard deviation
B: 95% fiducial limit

元者が定まっている限り大きい場合が多い。

いま、それぞれの種の卵と稚仔の総計についての標準偏差の差を F-検定によって検討してみると Table 22 に示したようになる。これによりは各種の卵と稚仔では標準偏差に相違が認められようである。その差

Table 22. Test of significance of difference in standard deviation between egg and larva of some fishes.

	Sardine egg	Round herring egg	Anchovy egg	Sardine pre-larva	Sardine post-larva
Roud herring egg	○				
Anchovy egg	○	○			
Sardine pre-larva	●	●	●		
Sardine post-larva	●	●	●	○	
Anchovy larva	●	●	●	○	○

○ Insignificant with 5% probable error
● Significant with 5% probable error

を生ずる原因として両者の分布状態の差異が大きく影響していよう、すなわち、繰返し採集が行われる時間内の空間海域内では、卵は比較的均一的分布をしているが、稚仔では卵に比してはるかに不均一的分布をしているとみることができよう。その他に、卵自身は自己游泳力をもたないのに反し、稚仔では多少なりとも自己游泳力をもつようになり、ネットの揚網の際に生ずる刺激に対して逃避行動をおこなう可能性もあることも関係しているかも知れない。しかし、卵・稚仔の偏差の差の生ずる主因は両者の分布状態の差に基因しているのではあるまいか。

さらに、各調査日の各種の卵・稚仔の百分率標準偏差を閲覧すると、マイワシ前稚、ウルメイワシ、カタクタイワシ卵の場合 5 月 9 日の偏差がもつとも大きい。ただ、マイワシ卵の場合は 4 月 20 日の偏差が大きかった。

いま、マイワシ卵の偏差を F-検定してみると、4月20日と5月9日、5月14日と17日とでは差は有意でないが、他は危険率0.05でいずれも有意であり、ウルメイワシ卵の場合、5月17日と5月9日は有意、他は有意でない、また、カタクチイワシの場合はいずれも有意と認められる、このようにみると、調査日による相違があるように思われる。

また、調査期日による偏差の変化傾向は似ているようで、4月に偏差が大きく、時期が進むにつれて小さくなるようにも推定できる。

かように偏差に日による差がみられそうなこと、さらに、変化傾向に時期的の影響もみられそうなことは、採集技術、卵の分布、その他の問題も影響しているが、濾水率の問題がより大きく関係しているものと思われる。濾水率の変化に影響する要因として、プランクトン組成及び密度、曳網スピード、曳網水深、ネットの新旧などがあるが（伊東・西村、1958）、今回の場合、ネットの新旧、曳網スピードはほとんど考慮する必要がないと思われる。すると、プランクトン組成及び密度がより大きく関係しているものと考ええる。

今回調査の能登近海の場合、4月中は植物性の *Coccinodiscus gigas* が卓越しており、5月に入ると *Noctiluca scintillans* が多くなり、さらに時期が進むにつれて動物性の Copepoda, *Salpa fusiformis* などに変わり、また、量的には4月中がもっとも多く、時期の進歩に伴って順次減少する。そして、*Coccinodiscus*, *Noctiluca* 両種ともネットの網目を閉鎖することが多い。したがって、プランクトン組成及び密度の変化が濾水率の変動に関係するとともに、それらの分布状況が曳網間濾水率により大きく影響する、すなわち、濾水率が卵・稚仔採集量に大きく変動を与えたものと推定する。

つぎに、Table 22 に示したように、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ卵のそれぞれの総計の標準偏差には差は認められない、また、マイワシの前期稚仔、後期稚仔およびカタクチイワシ稚仔の標準偏差の間でも差は認められない。このことは、魚種が異なっても卵あるいは稚仔の分布型にはあまり相違がないことを示していると思われる。

総じて、卵・稚仔の採集量の変動に影響する要因として、それらの分布の均一性、ネットの濾水率（これには曳網スピード、ネットの使用順位、新旧、プランクトンの組成及び密度などが関係する）及び査定誤差などが考えられるが、卵・稚仔の間にプランクトン組成の偏りに大きな差が認められ、各種の卵あるいは稚仔の間では差が認められない事実は、採集量変動の主要因は分布の均一性の問題がもっとも強く影響するものと推定される。また、ごく狭い海域内では卵がマクロプランクトンや稚仔よりはるかに均一的な分布を示していることを示す。

つぎに、⑧ネットの Single haul の採集量から卵あるいは稚仔の採集量の差の有無を判定する場合、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ卵で95%の信頼限界としてそれぞれ62~103%, 65~147%, 73~137%の値をえているので、大略2あるいは1.5倍をもって目安としてよいであろう。また、稚仔の場合は大略1.5あるいは3倍を目安とする必要がある。

とにかく、卵・稚仔の量的問題を取扱う場合、現在ごろく使用している曳ネットの正確史料によるところは、卵については調査定点の設定を合理的に行えば比較的高い程度で量を推定できようが、稚仔の場合は精度も劣り問題が残ろう。

文 献

- 伊東祐方・西村三郎 (1958). プランクトンネットの濾水率に関する実験、日本研年報 No. 4.
 MOTODA, S. & ANRAKU, M. (1955). The variability of catches in vertical plankton hauls.
Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. Vol. 6, No. 2.
 元田 茂・安楽正照 (1958). プラクトンに関する研究、対馬暖流開発調査報告書 第二輯。
 SILLIMAN, R. P. (1946). A study of variability in plankton tow-net catches of Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) eggs. *Jour. Mar. Res.* Vol. 6, No. 1.
 WINSOR, C. P. & CLARKE, G. L. (1940). A statistical study of variation in the catch of plankton net. *Ibid.* Vol. 3, No. 1.

日本研年報 (4): 43-55, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 43-55, 1958.

能登西岸定置網の漁況変動についての考察

伊 東 祐 方

Some Considerations on a Long-Term Fluctuation Found in the Catch by Summer Set-Nets on the West Coast of Noto Peninsula in the Japan Sea

BY

SUKEKATA ITO

Abstract

1. This paper deals with some considerations on the relation between the fluctuations of fishes and the hydrographical conditions from the records of catch of fishes by the Saikai Nos. 1-3 set-nets on the west coast of Noto Peninsula and fluctuations in the distribution of animals of southern and northern types, connected with the water temperature at the coastal fixed-point stations in the Japan Sea and inflow-velocity into the Japan Sea of the Tsushima current through the western Tsushima Straits.

2. The types of fluctuation by species at each set-net resemble one another, their fluctuations seeming to show the abundance of species migrating to the area.

3. Fishes can be classified into several groups according to their fluctuation type. For example, the southern-type fishes (Bluefin tuna, Frigate mackerels, Flying fishes, Striped marlin, Dolphin fishes, etc.) were rich in the 1930's, poor in the 1940's and again rich in 1950's. While the adults of Yellowtail were good in catch in the 1940's as contrary to the fishes mentioned just above and the northern-type fishes (Cherry salmon and Atka mackerel) seemed to be good in the lower temperature years and in the 1940's generally.

4. The immigration of southern-type animals often occurred in the later years of 1920's to 1940, while the southward expansion of northern-type animals was observed in the 1940's in the northern Japan Sea. This tendency in the occurrence of animals of respective types resembles to that as observed from the fish-catch record by the Saikai set-nets.

5. From the data of water temperature observation at the coastal fixed-point stations and the inflow-velocity through the western Tsushima Straits, we can get hardly any definite conclusion as regards the intensity deviation of the Tsushima current and are rather inclined to an opinion that we might be able to decide it by the abundance and occurrence of the northern and southern-type animals. Based on this idea, we can

estimate the velocity fluctuations of the Tsushima current as follows.:

1923-1929~1940 strong period
(1931~1934 slightly weak period)
1941 ~ 1947 weak period
1948 ~ strong period

I. は し が き

一般に生物は量的にも、地理的分布においても長期あるいは短期の変動と消長を繰り返しているようである。筆者はこれらの問題に関心をもち現在資料を集めているが、今回能登西岸の西海村の夏定置網* の長年にわたる魚種別漁獲尾数の記録を検討する機会をえた。

すでに永田 (1957a, 1957b, 1957c) は本資料に基いて重要魚種の漁況と海況の関連性その他について報告しており、また、定置網の経営者の一人山寺 (1935) は徳川末期からの資料を検討して海洋暦なるものを発表して、海象変動に約60年の周期性のあること、また、マクラには12, 20年の周期があることを報告し多くの関心を集めた。

今回は既報の報告と多少重複する点はあるが魚種相互間の漁況変動と環境との関連について考察を行ったので報告することにする。なお、貴重な資料の使用を心よく許可され、種々の助言を賜った日本海区水産研究所の永田俊一氏に厚く謝意を表わすものである。また、校閲を賜った同研究所資源部長加藤源治氏に謝意を表わすとともに、種々助言を賜った西村 真嗣氏、感謝するものがある。

II. 漁 況

今回は、資料は石川県羽咋郡西海村地先の夏定置網（大正19年～昭和30年（1927～1955））による1～3号の3ヶ統の魚種別の漁獲尾数に基くものである。

記録されている魚種はマグロ類（主としてクロマグロ *Thunnus thynnus*）、ソウダガツオ類（*Auxis spp.*）、トビウオ類（*Prognichthys spp.*）、シイラ（*Coryphaena hippurus*）、タチウオ（*Trichiurus lepturus*）、マアジ（*Trachurus japonicus*）、マイワシ（*Sardinops melanosticta*）、ウルメイワシ（*Etrumeus micropus*）、サンマ（*Cololabis saira*）、マサバ（*Pneumatophorus japonicus*）、マダイ（*Chrysophrys major*）、カワハギ（*Monacanthus cirrhifer*）、フグ類（主としてゴマフグ *Sphaeroides stictonotus*）、スズキ（*Lateolabrax japonicus*）、サクラマス（*Oncorhynchus masou var. masou*）、ブリ（*Seriola quinqueradiata*）、ヒラマサ（*S. aureovittata*）、サワラ類（*Scomberomorus spp.*）その他数種である。

マグロ類、ブリについては大・中・小の魚体区分がなされている。マグロの大は30貫以上、中は15～30貫小は15貫以下で、ブリの大は1.8貫以上、中は1～1.8貫、小は1貫以下のものを呼称している。

1～3号の定置網の魚種別の漁獲尾数の年変化を Fig. 1～4 に示した。記録が尾数で示されているため、魚体の大きさの吟味が必要であるが、多くの魚種では毎年の魚体組成に大きな差が考えられないので、マグロ、ブリの3種にだけ大きさ別の吟味はおこなわれた。

Fig. 2～4 は明らかに各魚種とも年変動は大きい。統計的にみると脈動的変動をしている魚種が多いことがうかがわれる。いま、それぞれの魚種について詳細に述べることにはさし、統計年の漁獲量の順位をとり、その順位の4より上位にあたる年を豊年として、その出現状況を Fig. 4 に示し、Fig. 1～4 によって概略を述べることにする。

まず、1号定置網についてみると、マグロ類（大・中・小）、ソウダガツオ類、トビウオ類、カジキ類、ヒラマサでは昭和2年前後～昭和14年前後（1927～1939）に豊が集中的に出現しており、また、昭和23～29年

* 西海村定置網は能登半島西岸の海上堤と富来湾の中間帯に施設されていて、その漁場は足利時代からマグロ、ブリなどを対象とした夏定置網の漁場として注目され、その間獲物の盛衰を経た現在に至っている。本資料で取扱う年代には北から1号、2号（昭和10年、昭和16～18年施設せず）、3号（昭和18年以降撤去）及び女川定置網（昭和21年以降中止）の4ヶ統が浮設されていた。そして網は4月中に下され、7月までを漁期としている。しかし、戦後は5月上旬～中旬に浮設されることが多くなっている。

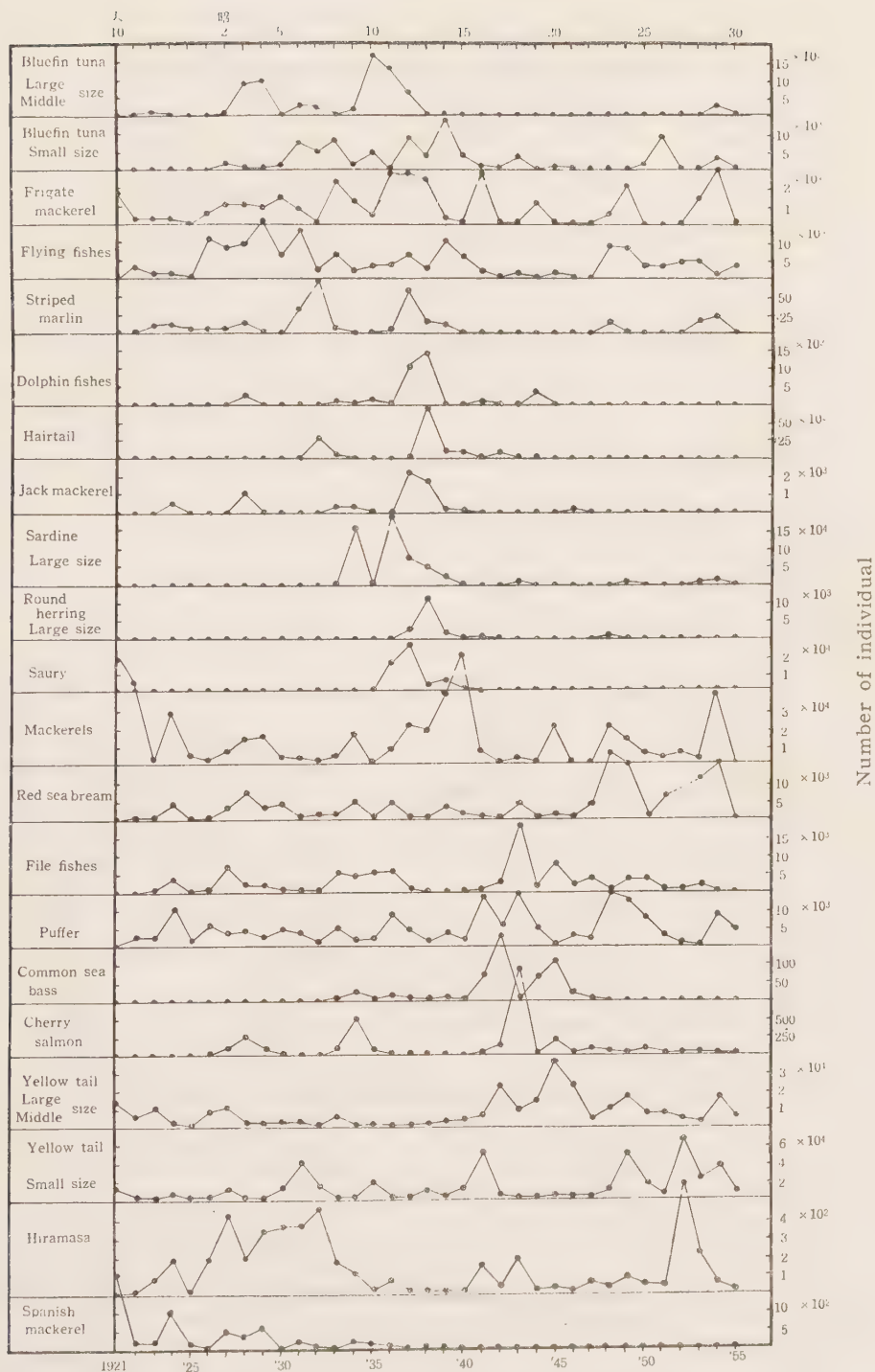


Fig. 1. Fluctuations of the annual catch of the important fishes in the Seikai No. 1 set-net

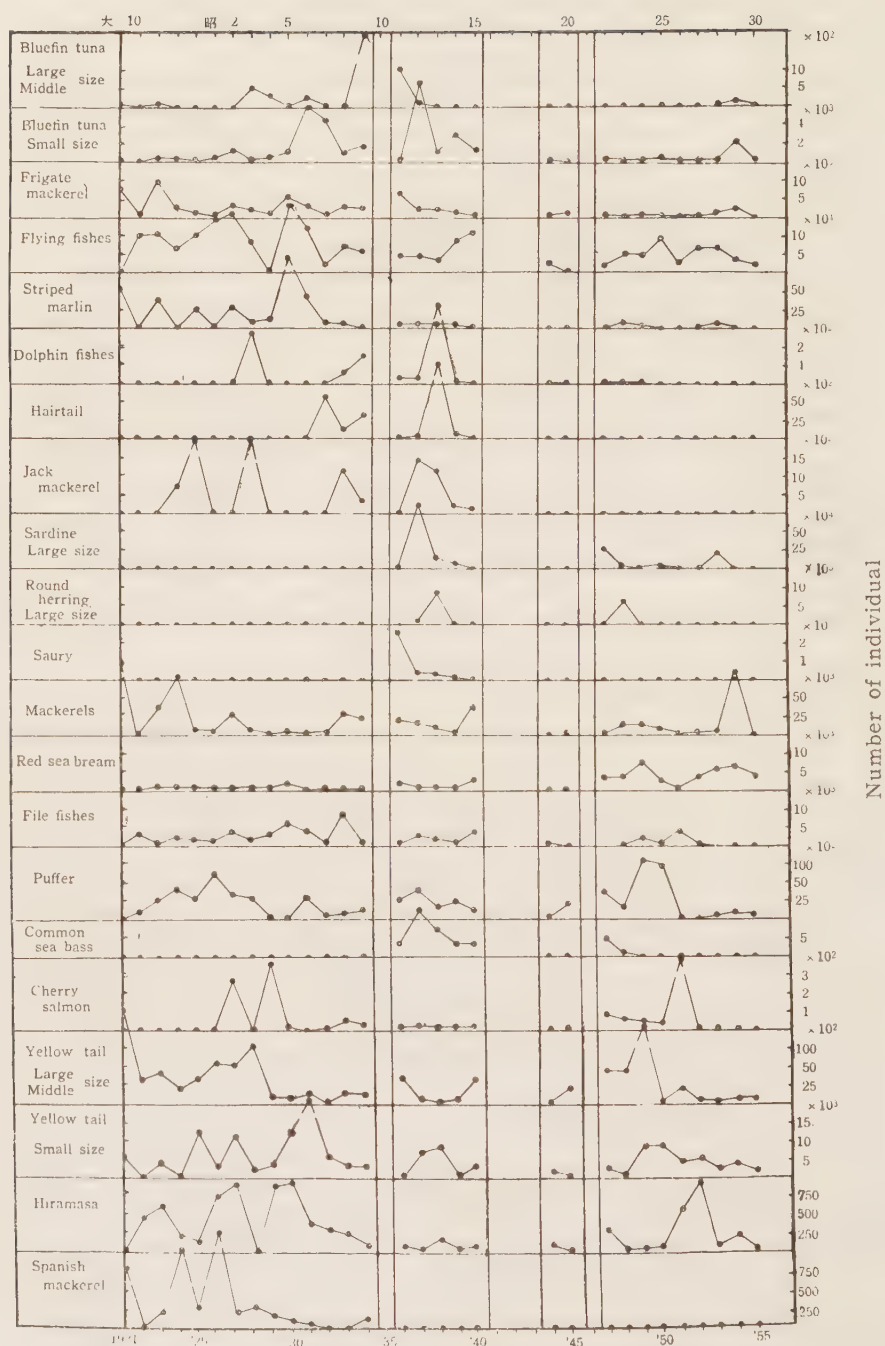


Fig. 2. Fluctuations of the annual catch of the important fishes in the Seikai No. 2 set-net.

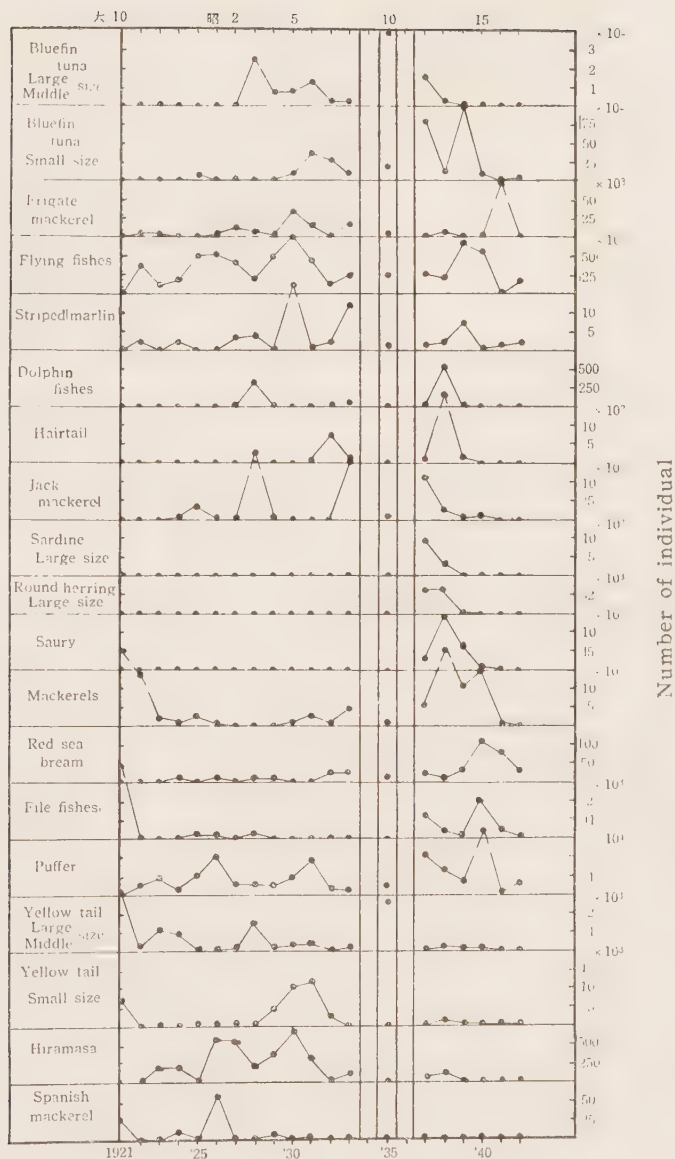


Fig. 3. Fluctuations of the annual catch of the important fishes in the Seikai No. 3 set-net.

(1948~1954)の間にも豊が短期間ながら出現している。これらのものでは昭和17~22年(1942~1947)には不況で豊がほとんど現われていないのが特徴的である。

シイラ、タチウオ、マアジ、マイワシ、ウルメイワシ、サンマでは昭和の初期に豊の出現したものもあるが、上記の魚種より年代的に多量豊は、昭和1~15年(1926~1940)、特に昭和12年前後~14年(1937~1939)に大漁がみられている。しかし、これらの魚種では昭和17年前後以降まとまった漁獲がみられないのが注目される。

マサバ、マダイ、カワハギ、フグ類、サクラマス、スズキでは上記の魚種より短期の変動を示しているよ

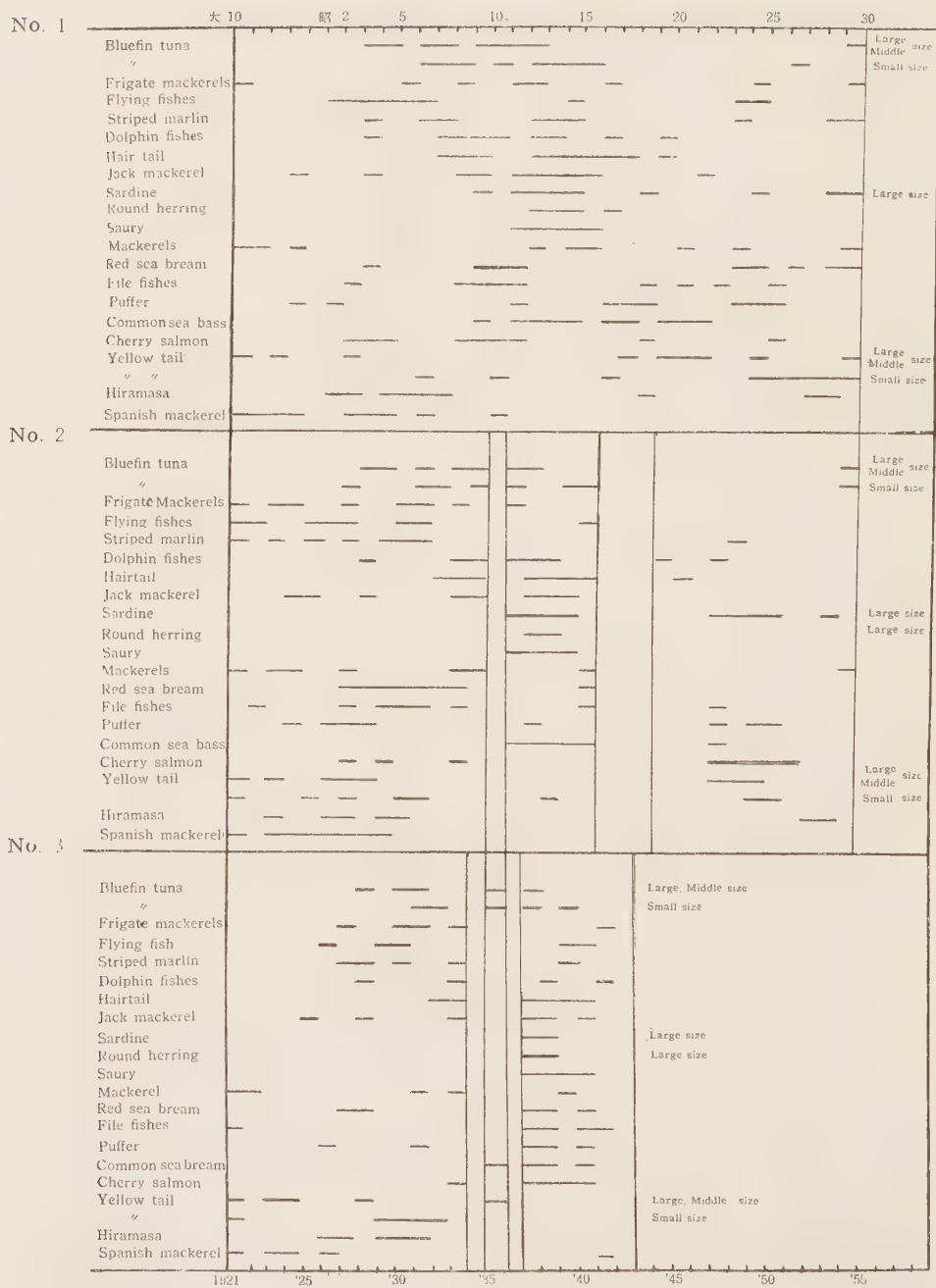


Fig. 4. Figure showing the occurrence of rich-catch year in the Nos. 1-3 set-nets. The rich catch years are defined as those which rank within the first quarter of series of years when set one by one according to their magnitude of catch.

うであり、魚種によつてそれぞれ異つた変動タイプを示している。変動傾向の比較的似たものをいいてさがすとサクラマスとカワハギがある。すなわち、昭和2年頃(1927)、昭和9年前後(1934)及び昭和18年前後(1943)に好漁がいずれも出現している。

ブリでは若令群と成魚では漁獲傾向は異つている。ブリ(大中)では大正10~15年頃(1921~1926)に豊が多く出現、1930年代は不況であり、昭和17~25年頃(1942~1950)に豊が集中的にみられ、前記の暖流性魚種と異つた変動を示しており注目される。しかし、ブリ(小)では成魚とちがつて、昭和6年(1931)、昭和16年(1941)、昭和25~29年(1950~1954)と断続的に豊がみられる。

ブリ類でもヒラマサは既に述べたように暖流性魚種と似た変動を示していることは特筆すべきである。

また、サワラは大正10年~昭和4年(1921~1929)に豊が出現しているが、その後は漁獲は順次減少し、昭和15年(1940)以降はほとんど漁獲をみていない。

つぎに、2号定置網についてみると(Fig. 2, 4)、1号定置網の場合とそれぞれの魚種の変動傾向は大略的には一致しているが、ソウダガツオ類、トビウオ類、カジキ類などで1号網の場合にくらべて、より早い年代すなわち大正末期からよく漁獲され、豊が出現していることが相違している。

この原因は局地的な海流の変化による魚道の相違か、あるいは、当時の網の技術的問題(大敷網から落網に変えた時期の問題、あるいは浮設の位置、水深など)によるものと思われるがいずれが主要因であるか不明しない。

3号定置網についてみると、途中で浮設を中止したり、また浮設期間が短く、資料の年数が少ないので詳細に比較することは無理であるが、大略的には1号網の場合の変動傾向と似ているようである。ただ、マダイ、カワハギ、ソウダガツオなどで昭和13~14年(1938~1939)に豊が出現していることが多々ある。

なお、図には記載しなかつたが、昭和19~22年(1944~1947)にかけて各網にホッケ(*Flurogrammus aonius*)の入網が多かつたことは特筆すべきである。

以上1~3号の各定置網のそれぞれの魚種の漁況の変動傾向を総合検討してみると、前述のトビウオ類、ソウダガツオ類その他で1号と2号の定置網で年代が多少ずれていたり、また年毎に比較すると多少相違がみられるが大略的な変動傾向は一致していることも限りはないであろう。このことは、定置網の漁況が能登西岸に來遊する魚群の資源あるいはそれらの魚群の接岸あるいは離岸の動態の一面を示しているものといえよう。

つぎに、各魚種の変動のタイプを大別するとつぎのようになろう。

A) 昭和2年前後~昭和14年前後(大略1930年代)に好漁のみられた魚種

これにはマグロ類(大中、小)、ソウダガツオ類、トビウオ類、カジキ類、シイラ、タチウオ、マアジ、ヒラマサなどが含まれるようである。

このタイプに含まれるものでは昭和23~29年(1948~1954)の間にも好漁がみられた魚種が多い。これらの魚種はいわゆる南方型の魚族で日本海以南の海域に主産卵場をもち、対馬暖流の勢力の強くなる時期に海流にのつて日本海に流入し漁獲されるものが多いようである。

B) 昭和10年前後~昭和14年前後(1930年代の後半期)に好漁がみられた魚種

マイワシ(大羽)、ウルメイワシ(大羽)、サンマが含まれるがAタイプと明確に区分しにくい魚種がある。Aタイプ、Bタイプ、Cタイプ、Dタイプに含ませた方がよいかもしれない。

これらの魚種は南方型と北方型の中間型の魚種が多く日本海でも盛んに産卵するものが含まれている。

C) 大正末期(1920年代前半期)及び昭和17年前後~昭和25年前後(大略1940年代)に好漁のみられた魚種

これにはブリ(大中)の成魚だけが含まれ、A、B両タイプの変動と相反する関係が認められる。

ヒラマサはこのタイプに属せずAタイプに入ることに注目したい。

D) 短周期で豊凶が現われる魚種

マサバ、マダイ、カワハギ、フグ類、サクラマス、ブリ(小)、スズキなどがあり、それぞれの魚種に1~2年ごとの異なる短周期変動を示している。しかし、1940年代に好漁のみられた魚種とそうない魚種に区別すると前者にはカワハギ、フグ類、スズキ、サクラマスが、後者にはマサバ、マダイ、ブリ(小)が含まれる。

このタイプには南方、中間及び北方型の魚種が含まれる。

E) 大正末期以降（1920年後半期）順次漁獲の減少している魚種

これにはサワラだけが含まれるが、古海（1953）によれば沖集島の定置網の漁況変動の検討でも近年漁獲は減少し、昭和13年以前の約 $1/10$ の不況であると報告している。したがってサワラそのものの資源は日本海では減少傾向を辿っているとみるべきかもしれない。これについてはさらに資料を集め検討してみたい。

とにかく、上述の類型は大略的のものであるが、南方海域に主産卵場をもついわゆる南方型魚種の多くは1930年代に好漁がみられ、1940年代に凶漁が、また、1950年代にも好漁がみられた魚種の多いことは注目すべきであり、また反面、ブリ（大中）では1940年代に好漁がみられ南方型魚族と相反する現象がみられたことは興味深い。

Ⅲ. 他海域の魚類及び他生物の消長

この問題については別の機会に詳しく報告する予定であるので今回は主として日本海に關係する海域の事例について簡単にふれることにしたい。

まず、クロマグロについてみると、北海道日本海側及び太平洋岸では、マグロ漁業は昭和の初期より順次発達し、昭和6～8年頃を最盛とし、昭和14年頃より不振となりその後殆んど漁事をみていない（北水試旬報、1927～1940）、樺太では大正14年頃より増加し、昭和5～10年好漁を呈した（諫早、1936）、その後はほとんど漁獲をみていない。五島方面では昭和14～15年、日向では昭和3～16年（とくに6～15年）、三陸では昭和4～15年に好漁で、各地とも昭和17年前後以降、極度の凶漁に見舞れた。その後、昭和24年前後から日本海南部で小マグロがとれだし、ひきつづき昭和28年頃から再び全国的にクロマグロの好漁がみられるようになった（宇田、1957）。しかし、昭和32年頃から再び不漁に入ったようである。

全国的にみて大正末期～昭和15年前後に好漁で、その後凶漁が続き昭和24～昭和31年に再び好漁をみた。この傾向は西海定置のマグロ類の漁況変動とよく似ている。

マイワシでは樺太、沿海州、朝鮮方面で大正12年前後から漸次増加したが、昭和12年前後を頂点として減少し、昭和17年以降殆んど漁獲はみられなかったが、昭和27～23年にかけて樺太海域で大羽、中羽の来游をみた（BOGHAJEVSKII, 1955）。また、北海道海域では大正末期頃から順次漁獲は増加を続けたが昭和8～10年頃を峠として急激な減少傾向を示し現在に至っている。しかし、昭和29年石狩湾でマイワシの産卵がみられた（北水研 1956）。これはマイワシ産卵群の北上を意味しており、樺太海域でのマイワシの漁獲とともに、対馬暖流勢力の強勢化を示す一資料であろう。日本海のマイワシは昭和14～15年頃より減少、昭和17年地域的に好漁をみたが翌年から急激に減少し、昭和22年～23年頃再び好漁をみてその後は平衡状態を保っている。

北方型の魚類のニシンは昭和7～15年不漁、昭和16～22年比較的好漁、昭和24年以降不漁の傾向を辿っている（宇田 1958）。これはマイワシ、マグロなどの漁獲変動及び分布変化と相反した現象とみる事ができる。

ブリについてみると、若狭の冬ブリでは明治40年代好漁、大正初期不況、大正7～9年大豊漁、その後減少傾向を辿り、昭和6～15年頃まで不振のようである（伊東、未発表）。

近年では若狭、富山とも目立つて不況のようであり、石川では昭和25年以降漸減したが、ブリ仔は増加している。

北海道の寿都では大正7～13年にブリ好漁であつたが、その後減少し、代つてクロマグロがとれ出したといわれる。また、昭和24年以降ブリが漁獲されるようになった（宇田 1958）。その他魚類の豊凶の記録は多いがこれにとどめたい。ただ、昭和25～26年頃から日本海全般にマアジ、トビウオなどの来游が目立つてきたとの報告が多いことを附記したい。

つぎに、他の生物についてみたい。ハリセンボン（*Diodon holacanthus*）が昭和2～3年頃青森に多く出現し（田名部・鶴川、1958）、また近年では昭和28年及び30～31年に日本海全域に多量に出現した（西村、1958）。

青森ではフグ類が昭和15～16年頃より減少、ヨツメクラゲ (*Aurelia aurita*)、アソドンクラゲ (*Charybdea rastonii*) が大正6年～昭和5, 6年頃に相当多く出現したが、その後減じ、ここ2～3年多くなった。タコガイ (*Argonauta* sp. ?) が大正10年～昭和6, 7年頃まで散見された。また、トビウオは大正12年頃相当漁群がみられたがその後減少して、昭和31年頃からまた若干みられるようになった。さらに、ハナオコゼ (*Pterophryne histrio*) が昭和31年以来数回採集されたとの記載がある (田名部・鶴川, 1958)。

小樽近海でのサバ延縄試験の際、昭和4年秋マルソウダ (*Auxis tapeinosoma*)、トラフグ (*Spheroides rubripes*)、シイラなどが混獲された (北水試旬報, 1929)。余市で昭和11年サイトウ (*Chirocentrus dorab*) が漁獲され (木下・今井, 1936)、昭和14年マアジ、タチウオが多獲されるとともに、アフヒガイ (*Argonauta argo*)、ソデイカ (*Thysanoteuthis rhombus*)、カツオ (*Katsuwonus pelamis*) を10～11月に珍らしく漁獲した (木下, 1939)。

一方、昭和13年福山地方は低温でテングサ (*Gelidium* spp.) 不漁、昭和15年流水によりコンブ (*Laminaria* spp.)、ノノリ (*Gloiopeltis* spp.) その他海藻類及びアワビ (*Haliotis* spp.) などに大被害をうけ、また山陸沖で魚類の斃死現象が、さらにまた余市でサケ (*Oncorhynchus keta*) の幼魚を漁獲、翌16年に余市にイタナヅクリ (*Ahnfeltia plicata*) を発見した。しかし、昭和17年には余市でメカジキを漁獲、また翌18年には佐呂間湖でサンマの凍死現象がみられたなどの報告がある (北水試旬報, 1938, '42, '40, '43)。

さらに、青森県あるいは北方型の生物の分布にも大きな変動がみられるが、総じて南方型の生物の北方海域への出現は大正末期～昭和14年前後に多く記録され、北方型の生物といわれているものは昭和15, 16年以降南下傾向がうかがわれるようである。しかし、その交代期と推定される昭和15年前後には年により南方型よりもっと未達したり、北方型の生物の南下がみられたりしており興味深い。

IV. 海 況

日本海の経年的変化を示すような資料は少なく、沿岸定地観測資料、対馬水道の暖流の流入量を示した資料などがあるにすぎない。

今回は UDA (1952) が示した沿岸定地観測の表面水温の経年的平均値からの偏差の経年変化について考察したい。定地観測の水温資料は灯台の人々によっておこなわれており、比較的外洋に面した海域の資料であるというものの気象、海象及び地形の影響を受けやすいので、その資料の検討には充分注意する必要がある。

今回問題にしている西海の定置網の浮設されている地点にもっとも近い緑剛崎の変化をみると (Fig. 5)、大正9～15年は低温に経過し、昭和2～12年まで高温 (6, 9, 11年は低温) でその後は平年並であつたが、昭和24年頃から幾分上昇傾向がうかがえる。

つぎに、経ヶ岬をみると、緑剛崎の変化と大体似た傾向を示すが、昭和8～11年にかけて低温に経過したことが相違している。

姫埼では高温期が大正11年前後～昭和8年まで続き、昭和9～16年にかけて極度の低温状態が続いた。

この3地点を比較すると、多少の相違はみられるが全般的の傾向としては比較的似た変動を示しているようである。

つぎに、日本海各地の変化をみると、その変化は海域によつて全く異つた傾向がうかがわれる。それでも、隣接地点の変化傾向は似たものが多く、それらの変化傾向から対馬暖流域を次のいくつかの海域に大別できようである。(1)西能登呂岬～稲穂岬 (神威岬は異る)、(2)白神岬～入道埼、(3)姫埼～経ヶ岬 (4)日御崎～大瀬埼 (但し、蓋井島は姫埼と、沖の島は鷺泊と似る)、(5)朝鮮沿岸の五海域に大別できるようである。しかし、神威岬、飛鳥、屋久島はそれらとは全く異つた変動を示すことが特徴である。

それらの区分の正否は別としても、日本海の沿岸水温の変動傾向からいくつかの海域に分られることは、日本海の沿岸海域の水温は対馬暖流の流入の強弱だけに支配されるものではなく、その流入の経路、蛇行性、実流勢力の強弱、固有冷水の出現位置と強弱などと密接不離の關係にあり、しかもそこには何等かの法則性があるのかも知れない。この点についてもそれらの特徴を明らかにすることは今時の海況変動の究明の重要課

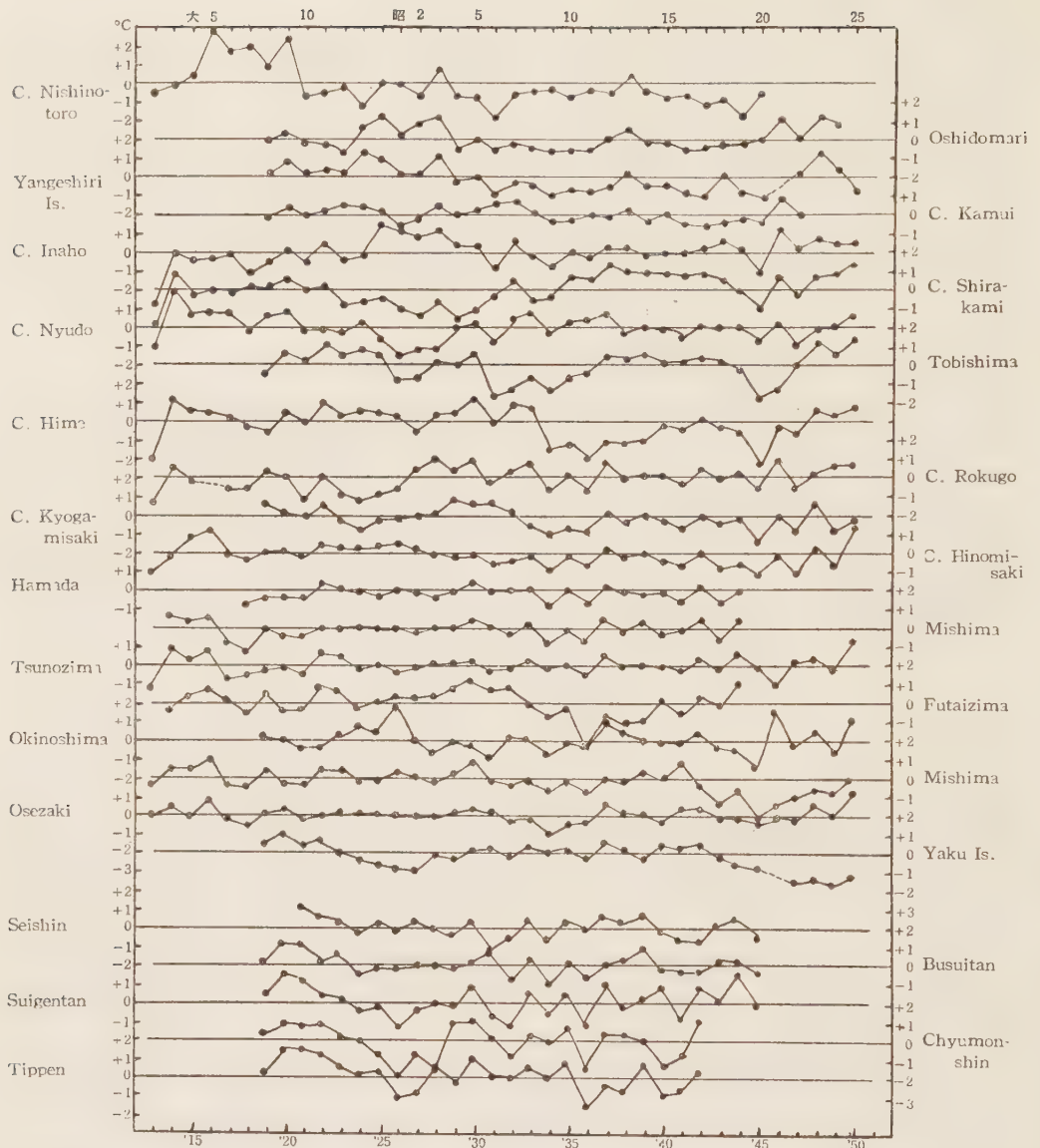


Fig. 5. Anomaly from the annual mean water temperature at the coastal fixed-point stations in the Japan Sea.

題ではなかろうか。

かように海域により変動傾向は異なるが、年単位でみると、日本海北部において、大正2, 7, 15年, 昭和2, 6, 9, 20年は各地とも気温が高くなっている。一方、東北地方の米作の凶作は大正2年, 昭和6, 9, 20年であり、水温の低値に符合している場合が多い。したがって、水温の時期別の経過状況と米作の凶年とは詳細に検討すれば何等かの関係があるかも知れないということを附言しておくたい。

最近の対馬暖流調査によつて昭和24~25年以降とくに昭和29~31年にかけて暖流勢力が強かつたのではないかと推定される資料は多数みられている(宇田, 1958)。

つぎに、対馬暖流の強弱を判断する資料としては対馬水道の流入量が扱われている。

日高・鈴木(1950)は大正15年～昭和16年の対馬西水道の流入量を横断観測資料から計算して、暖流の消長に7年周期が卓越していることを報告した。両氏の示した図によつて流入量の多かつた年をひろうと昭和2, 7, 11, 14年に当る。同資料から4～6月, 1～6月の流入量経年変化を Fig. 6 に示した。図から昭和3～4年, 昭和10～11年, 及び昭和14～15年が4～6月, 1～6月いずれも強勢であつたと推定される。

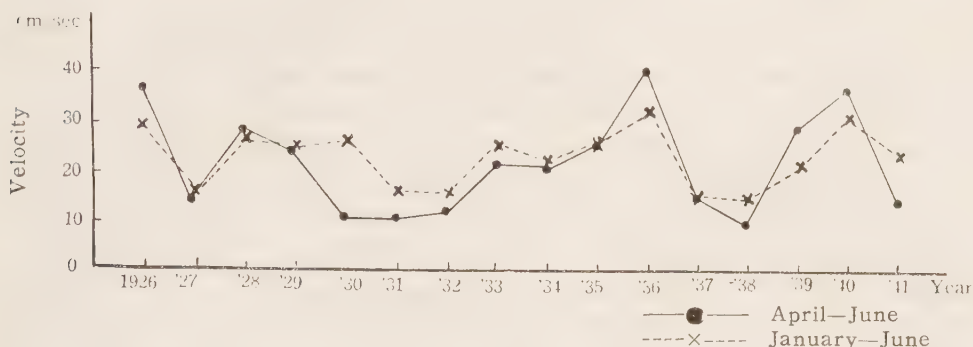


Fig. 6. Fluctuations of the current velocity (cm/sec) through the western Tsushima Straits.

すると、対馬西水道の流量の経年変化と前述の沿岸水温の経年変化とは一見したところ一致していないように思われる。

したがつて、これらの資料から過去における日本海全域についての暖流の強弱を云々するにはまだ検討の余地が残されているといえよう。

V. 考 察

西海の3ヶ統の定置網の漁況を検討した結果、魚類によつて特有の変動傾向が認められるが、それらの傾向は3ヶ統のいずれの場合も大凡似ていること、及びその変動傾向から魚類をいくつかのタイプに類型化できることは既にのべた。その中でとくに夏定置網の主漁獲対象としていわゆる南方型水族とくに主産卵域を日本海南部あるいは日本海南方水域にもち対馬暖流にのつて日本海に流入し漁獲されると思われる魚類すなわちマグロ類、カジキ類、ソウダガツオ類、トビウオ類、シイラ、タチウオなどでは豊凶の変動が大きくしかも長期的変動傾向が認められるようである。具体的に述べれば大正末期あるいは昭和の初期から昭和14年前後にかけて豊漁がみられ、その後から昭和22年前後にかけて大きな凶漁で、その後は1～2の魚類を除いて多少の漁獲をみた。

また、いわゆる中間型魚族のマイワシ、サンマ、ウルメイワシなどでは前述の南方型魚族の豊凶期の後期すなわち昭和9年前後～昭和14年前後に豊漁がみられ、その後はほとんど好漁をみていない。一方、中間型といわれるブリ(大中)ではクロマグロなどの南方型魚族の豊凶と反する漁況変動を示し、ブリ(小)では成魚と異つた変動をしていることは注目すべきであろう。

北方型魚種のサクラマスでは昭和3年前後、昭和9年前後、昭和17～22年前後に豊漁となつていて、前者は日本海北部海域の低温年及び東北地方の米作の凶年に、後者は南方型魚類の凶漁年に当っていることを注目したい。

これらから総じて、主産卵域を日本海南部あるいはそれ以南にもついわゆる南方型魚族と、いわゆる北方型魚族といわれるものの豊凶の経年的変動には相反する現象があるようにも推定される。また、その他の南方型、中間型魚類といわれる魚種でも前述の南方型魚族と相通ずる漁況の一面をもつものとそうでない魚種に分けられるようである。

既述したように、他海域のマグロ類の豊凶は西海の定置網のそれとは多少のずれはあつても大略一致しているようであるし、マイワシについても全く一致するとはいえないとしても相似た傾向をもつていよう

うである。また、南方型の他生物の分布消長、さらに北方型他生物の南下状況と西海定置網の南方型あるいは北方型魚種の豊凶と時期的には相通ずる面が多い。

したがって、一定置網の漁獲変動傾向は単なる一海域の現象だとのみ考えらるより、ある程度日本海全域の漁獲変動の一面を示すものであろう。とくに、いわゆる南方型魚族においては顕著のようである。

かような、漁獲変動の要因として資源的な面と海況的なさらに人為的な面とが考えられるが、クロマグロなどのように資源量の反映が漁獲にあらわれるようなものもあるが、南方型、北方型の魚族及び他の生物の分布消長と関連ありと推定されることから、対馬暖流あるいは寒流勢力の強弱及びその流動と密接な関係があるものと解したい。資源問題にしても、増減のきつかりとなるのは初期時代の生残りが関係し、生残りを左右する原因は直接的には餌量の問題であるにしても、終局的には海況変動の問題に帰一するのではなからうか（もちろん、特種な魚種、特殊海域にみられる人為的な漁獲による資源の減少という現象を除外する限り）。

このような考えは既に多くの人々によって主張されているが、直藤・田中（1971）は対馬暖流本流海域における暖流系水族の配分率の変動を検討して、その変動は対馬暖流の消長か、あるいは日本海固有南方系親潮の消長によるか、いずれにしても対馬暖流系水族の洄遊に好適な海況が周期的に繰返えられる傾向があることに基因し、それが春鯨の地理的配分量にも関係するらしいと報告している。さらに、南方型、あるいは北方型水族の生活領域の末端区域においてはとくに暖寒流の消長がそれらの分布量に強く影響するものと思われる。

では、暖寒流の消長といったものを従来の海況資料から検討してみると、若干の変化を認める程度で、観測の水温をとつてみても既述したように、日本海域で変動を異にするいくつかの海域に分れており、分析が不充分のためかもしれないが暖流勢力の消長を知る資料としては種々の検討しなければならない余地を残しているようである。

対馬水道の流入量の経年変化にしても、定地観測の水温の経年変化とも一致しない面が多い。それだからといって、今回用いた資料からは暖流の消長は云々できないと速断したり、また、一般的に海況と漁況さらに生物分布の消長とは関係性がないといいきるには問題があろう。

宇田（1958）はそれらの資料その他から日本海の水温変化を次のように大別している。すなわち、明治10年頃～明治37～38年低温期、大正6～10年高温期、大正12年～昭和6年低温期、昭和7～19年高温期、昭和16～22年低温期、昭和27～30年高温期、昭和30年以降は低温期に入つたとし、とくに昭和7～15年、昭和27～30年の暖化が目立っているとし、その消長とマクロ、マイワシ、スルメイカ、エシシなどと同調があると述べている。勿論その推論に同意する点も多いが、その根拠が明記されていないので充分理解しがたい点があり、多少問題の点があるように思われる。

既述したように、海況変動とくに暖流勢力の消長を示すような海況資料が少なく、かつ十分に解析されていない現状では、生物分布の消長の資料から暖流或は寒流勢力を推定するのも一つの方法であり、その妥当性がある場合があるのではなからうか。勿論、生物の消長には資源の問題が入つて問題は複雑になるが、南方型あるいは北方型の生物（とくに南方あるいは北方海域に主産卵場をもち海流に運ばれて日本海に流入するもの）の北方あるいは南方の末端海域の分布の消長、あるいは、漁獲努力の一定とみられる定置網のそれらの漁獲変動傾向より暖寒流の消長を判断の資料とすることの必要性を強調したい。

そのような観点から、今回の資料から大胆に暖流の消長を想像してみると、大正末期あるいは昭和の初期～昭和15年前後を強勢期（昭和6～9年頃一時弱まった時期が認められる）、昭和16年前後～昭和22年前後弱勢期、昭和24年前後以降強勢期（とくに昭和30年前後以降）となり、暖流の消長にも大きな周期があるようである。

文 献

- BOGHAJEVSKII, U. T. (1955). サガレン島海域に於ける太平洋産イワシについて. *Ruibnoe Khozyaistvo* No. 11—ソビエト漁業研究会誌、露語文献翻訳、第14号。

- 北水試旬報 (1921-1943). No. 3, 4, 60, 456, 457, 466, 478, 512, 525, 545, 555号.
- 北 水 研 (1956). 昭和30年度調査概要. 沿岸重要資源担当官会議資料.
- 日高孝次・鈴木 皇 (1950). 対馬暖流の永年変化について. 海洋学会誌, Vol. 6, No. 1.
- 諫 早 隆 夫 (1936). 樺太沿岸の鮪 (*Thunnus orientalis*) に就いて. 北水試旬報, 313号.
- 木下虎一郎・今井晴一 (1936). 余市で獲れたサイトウ. 北水試旬報, 331号.
- 木下虎一郎 (1939). 余市の浜の三珍客. 北水試旬報, 443号.
- 永 田 俊 一 (1957a). 能登半島西岸の夏定置網漁況について. 日水研報, No. 6.
- 永 田 俊 一 (1957b). 能登半島沿岸に來遊するクロマグロについて. 定置, No. 11.
- 永 田 俊 一 (1957c). 能登半島西岸の夏定置網漁況と初漁日について. 定置, No. 13.
- 西 村 三 郎 (1958). 日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの寄り現象について (1~4 報). 海洋学会誌, Vol. 14, (印刷中).
- 佐藤 栄・田中 江 (1949). 北海道の春鰺資源に就いての一考察. 日水誌, Vol. 14, No. 3.
- 田名部政春・鶴川正雄 (1958). 青森県の海況と漁況について. 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯.
- UDA, M. (1952). On the relation between the variation of the fisheries conditions and the oceanographical conditions in the adjacent waters of Japan. *Jour. of Tokyo Fish. Univ.* Vol. xxxviii, No. 2.
- 宇 田 道 隆 (1957). クロマグロの回帰. 定置, No. 13.
- 宇 田 道 隆 (1958). 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯.
- 山 寺 敏 之 (1935). 海洋暦の研究. 水産界, No. 4, 629号.
- 吉 海 潮 (1958). 佐賀県海況と漁況. 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯.

日水研年報 (4): 57-64, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 57-64, 1958.

フンクトン・ネットの濾水率に関する実験

伊 東 祐 方・西 村 三 郎

Experiments on the Filtering Rate of the Maru-Toku Type Plankton Net Used in Japan for Quantitative Sampling

BY

SUKEKATA ITO AND SABURO NISHIMURA

Abstract

A study was made by making use of a flow-meter designed by Mr. Z. NAKAI of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokyo, on the filtering rate of the Maru-Toku type plankton net (45 cm in mouth aperture, 15 cm in protecting canvas length and 75 cm in filtrating gauze length with mesh-size GG 54) (widely used in Japan for the quantitative sampling of plankton. The analysis is based on the results of six series of experiments carried out in the middle Japan Sea during the period 1956 to 1958. Some conclusions thus obtained are summarized as follows:

1. Several flow-meters belonging to two slightly modified types (one is the type manufactured by the Tsurumi Seiki Kosaku-sho Co., Ltd., 8.3 cm in diameter and 7.5 cm in height of the casing, weighing 0.65 kg, and the other is by the Rigosha MFG Co., Ltd., 6.3 cm in diameter and 5.5 cm in height of the casing, weighing 0.4 kg) were used in the experiments. Some of them showed an apparent mechanical defect, some with a large fluctuation in the reading of revolution of the propeller. It was hoped that a step should be advanced towards the raised level of accuracy and consistency of revolution by improving some mechanical parts of the apparatus.

2. It was revealed that a higher reading in revolution number was consistently observed in the haulings made early in the experiments than in the hauls made later. This difference was considered in part, at least, due to a swell of gauze fiber and the resulting shrinkage in mesh-size caused by immersion in sea water, which was positively corroborated by an immersion experiment in the laboratory. Another cause for the drop in the revolution number with proceeding experiment may no doubt be an adhesion of plankton organisms to the meshes and the resulting decrease in filtering dimensions of net.

3. Except for the hauls made early in the experiment, which showed an extra-

good filtering rate, the hauling with a high speed yielded in general a higher reading in revolution than that made with a low speed. When hauled with the speed of 90-100 cm/sec and over, the revolution of the flow-meter attained a high, nearly constant value.

4. The new net showed a higher filtering rate than the old one. For instance, the following data may be quoted:

	Net	Mean filtering rate	Remarks
Apr. 28, 1957	{ New	0.54	Salps were abundant
	{ Old	0.43	
Jul. 22, 1957	{ New	0.61	Plankton amount was small
	{ Old	0.50	

5. It was demonstrated that an extra-dense distribution of plankton organisms, jelly-like organisms such as salps and medusae in particular, decreased the filtering rate of the net remarkably (see, for example, the data cited above). It was further considered that the pattern in vertical distribution of plankton might be responsible for various deviation in the revolution of the flow-meter.

I. は し か き

現在わが国でひろく用いられているプランクトン採信用ネット、すなわち通称鰐ネットの垂直採集資料から卵・稚仔・その他プランクトンの量的分布の問題を取扱う場合、正確にネットの濾水率を決定することが一つの重要なキー・ポイントであることはいうまでもない。その濾水率を知る手段としては東海区水産研究所の中井甚二郎氏考案による濾水計が一般に用いられている。この濾水計には2型あり、ひとつは鶴見精機工作所、他は離合社によつて製作販売されているものである。両型とも原理的には全く同様であるが、ネットを海中に下降するときのプロペラの逆回転を防止する装置が多少異つている。

それらの計器を用いてネットの濾水率、および曳網に際して生ずる流動などの問題ととりくんだ基礎実験が榎本(1955)および西沢・安楽(1956)によつて水槽を使用しておこなわれ、その結果が報告されている。また、野外における実験については MOTODA, ANRAKU & MINODA (1957) がおこなつており、曳網速度 $1.1 \sim 1.2 \text{ m/sec}$ で $0 \leftarrow 150 \text{ m}$ 垂直曳網のときの鰐ネットの平均濾水率は0.58であつたと報告している。元田・安楽両氏(1958)はまた他の実験で0.53, 0.62の値をえている。

筆者らは昭和31~33年の3箇年にわたり同様な野外実験をおこなつたのでその結果を報告する。

本調査に際し、計器を心よく貸与され援助を賜つた東海区水産研究所中井甚二郎、日本海区水産研究所深滝弘両氏に謝意を表するとともに、終始調査に協力の労を惜しまれなかつた日本海区水産研究所渡辺和春、笠原昭吾両氏並びに第二旭丸船長網市三郎氏ほか船員各位に対して厚く御礼申し上げる。

I. 方 法

実験は下記のように前後6回にわたつて実施し、濾水計は離合社製(以下A型とよぶ)、あるいは鶴見精機工作所製(B型)のいずれかを使用し、使用ネットは鰐ネット(口径45cm、布地長15cm、網地長75cm、網目GG54に相当)である。そして曳網は50m層よりの垂直曳により、揚網は手動あるいは電動によつた。

まず、予備実験として計器の器差を測定するため、ネットの網地を除いてリングだけに計器を取付け、曳網スピードを変えて(約50~250cm/sec)、所定の深度より揚げる作業をおこなつた。そして器差が充分小さいと判断された場合のみ、新・旧両ネットについて曳網スピードと回転数の関係を求めた。なお、曳網スピードは曳網順位と関係なくするようにランダムに変えておこなつた。

実験はすべて第二旭丸(37 ton)を使用しておこなつたものである。

実験の日時、海域、天候その他は次の通りである。

日	時	海 域	濾 水 計	天 氣	風 向	風 力	ウネリ	水 温			
								0	10	25	50m
1956, V, 9,	10:40-15:24	鵜入沖2湊	A型(No. 101) (No. 103)	⊙	E	1	1	14.1	13.59	13.55	13.29
1956, V, 18,	10:30-13:47	谷内沖4湊	A型(No. 101)	⊙		0	1	15.6	14.66	14.68	14.62
1957, IV, 28,	9:20-12:40	北大沢沖3.2湊	B型(No. 137)	⊙	NE	2	2	13.1	11.27	11.98	11.06
1957, VII, 22,	13:30-18:30	和木沖0.8湊	B型(No. 137)	⊙	NE	3	2	22.2	21.90	16.67	(40m) 15.02
1958, V, 6,	12:45-14:50	北大沢 ^{NNW} 8.6湊	B型(No. 198)	-	-	-	-	-	-	-	-
1958, V, 10,	17:40-18:00	猿山沖10湊	B型(No. 199)	⊙	NE	1	1	15.2	15.01	14.39	13.01

Ⅲ. 結 果

1. 1957年4月28日の実験

a) ネットの網部を除き、濾水計のみを取付けた場合

曳網スピードと回転数の関係 (Fig. 1) についてみると、ほぼ直線的の関係がみられ、スピードの増加するにつれてわずかに回転数の減少が認められた。回転数のふれはあまり大きくないので計器は一応次の段階の実験に使用しても差支えないものと判断した。

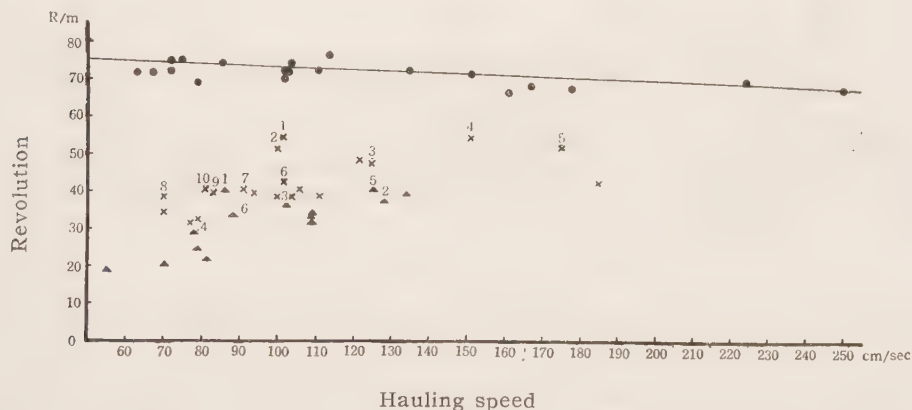


Fig. 1. Relationship between the hauling speed and the revolution of a flow-meter (Tsurumi-Type, No. 137) in an experiment made on April 28, 1957 in the adjacent waters of Wajima, Noto Peninsula. The dots were plotted from the results of hauling experiments made by using the flow-meter fixed to the mouth ring of a net deprived of filtering gauze. The crosses are records obtained in the hauling experiments by use of a new net and the triangles by use of an old net. The attending Arabic figures on the crosses and the triangles indicates the order of hauling.

b) 新しいネットに計器を取付けた場合

曳網スピードと回転数の関係 (Fig. 1) では、スピードとは関係なく使用順位の5番位までは回転数が非常に多く、またばらばらである。その後では回転数のふれは多少大きいながらも安定した値を示している。それより同じ以後に得られた値に比べてみると、低スピード (ca. 70~80 cm/sec) では回転数が少なく、高スピード (ca. 80~110 cm/sec) では回転数が増加している。

c) 古いネット* に計器を取付けた場合

曳網スピードと回転数の関係 (Fig. 1) では、第1回が極度に高い値を示したほかはあまり極端な値を示すことはなかった。新しいネットの場合と同様、低スピードでは低回転数を示すがスピードの増加とともに幾分回転数も増加する傾向がうかがわれた。

また、新しいネットに比して回転数が少ない傾向があり、とくに低スピードで顕著である。

2. 1957年7月22日の実験

a) ネットの網部を除き、計器のみを取付けた場合

曳網スピードと回転数の関係 (Fig. 2) は能登近海での4月の場合に較べて、スピードの増加による回転数の減り方は多少小さいようであるが、ほぼ同一傾向で、たがいに似た回転数を示している。したがって、計器の器差は大きいものでないと判断した。

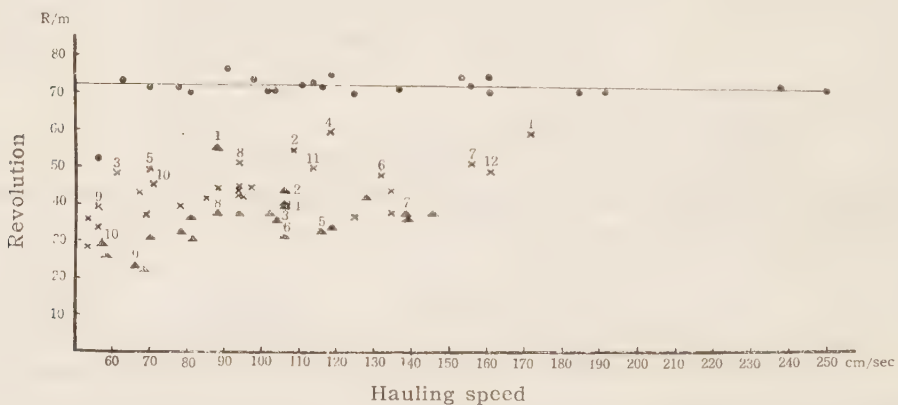


Fig. 2. Relationship between the hauling speed and the revolution of a flow-meter (Tsurumi-Type, No. 137) in an experiment made on July 22, 1957 in the neighboring waters of Wagi, Sado Island. For explanation of the symbols, see the legend to Fig. 1.

b) 新しいネットの場合

前回同様、使用順位の早いものでは高い回転数を示し、6～8回以後は回転数は落着き、極度に高い値を示すことはなかった。

使用順位の早いものを除いて、曳網スピードと回転数の関係 (Fig. 2) をみると4月の場合と同様低スピードで回転数が低く、80～100 cm/sec とスピードが増加すると高い値を示す。しかし、120～140 cm/sec では低い回転数を示し、4月のときと若干異なるが注目された。

c) 古いネットの場合

今回に限り使用前に約30分間海水に漬けておいたネットを使用した。この場合も第1回の場合のみ極度に高回転数を示した。

また、低スピード(55～80 cm/sec)では回転数は低く、80～110 cm/sec では高くなりほぼ安定した値を示したが、新しいネットの場合と同様110～120 cm/sec で再び低い値を示すにいたった。これは実験誤差に基づくものか、あるいは計器の器械的な要因によるのか、あるいはまた、計器附近の流体の流動状況における物理的な変化によるものか、そのいずれとも判明しないが新・旧両方のネットにおいて大略同じ曳網スピードのところでは急激に回転数がおきていることをみるとどうも実験誤差によるものではないかと思われる。

なお、新・旧ネットの回転数を比較した場合、4月のときと同様、新しいネットの方が古いネットより

* 100回以上曳網使用したもの。

も回転数は高い。とくに低スピードの場合に顕著である。

また、7月の実験では4月のそれに比して新・旧いずれも回転数が高い。

3. 1956年5月9日及び18日の実験

5月9日は濾水計A型を使用して、リングのみの場合の予備実験では回転数の変異がきわめて大きく、使用にたえないものと判断してその後の実験を中止した。

つぎに、A型の別の計器の実験では9、18日の両日とも比較的安定した値を示し、スピードの増加とともに回転数が多少減少することが認められた。これは前述の1957年の4月5月の両実験の結果とほぼ同様である。

つぎに、新しいネットに計器を取付けた場合、5月9日には曳網スピードと関係なく、 $3 \sim 4$ R/m前後、 $4 \sim 5$ R/m前後の2組の回転数を示した。5月18日の実験では9日の場合と異なって $3 \sim 7$ R/mの回転値を示したが変異が大きかった。さらに、古いネットの場合、回転数はマイナスの値を示し、計器の不備が明瞭に使用に供しえないことが判明した。

4. 1958年5月6日及び10日の実験

両日の実験にはB型の2計器を使用して、リングだけの実験をおこつたが、両日とも回転数の変異が大きく計器の誤差が大きいたことが判明したのでその後の実験を中止した。

IV. 考 察

6回の実験のうち検討にたえうる結果をえたのは上述したように2回だけであるが、本節において、計器の性能、ネットの濾水率、その他の問題点について考察を加えることにする。

A. 計器の性能

濾水計のA型(2個)、B型(2個)両型の使用経験により、満足に作動したのはB型(1個)のみで、他の計器差が大きく使用にたえうるものではない。予備実験(網部を除き、リングだけに計器を取付けた場合)で正常な回転数を示さなかったA型の1個、B型の2個は同外としても、予備実験で実験使用にたえうるものと判断した1956年のA型の場合、ネットに取付けたとき回転数が2分して2組の値を示したり、またマイナスの値を示したことは明らかに計器の不備を示すものである。これはネットに計器を取付けた場合、ネットの垂下中、網地による水圧の減少あるいは流動の変化によつてプロペラが逆回転していることを示すもので、逆回転止めの装置に主な欠陥があつたものと推定される。したがつて、A型の場合、プロペラの逆回転止めの装置を、大きくするか、プロペラの重量を軽くするか、あるいはB型のように大形式にすることによつてプロペラの逆回転は防止できよう。

いずれにしても、A・B両型とも回転数の変異が大きく現場での実際の使用にたえない計器が多くあることは設計上に不備があることを示すものであろう。

それらの計器を用うる前に、計器の器差を慎重吟味することが重要であるとともに、精度の検定制度を設けることが必要と思われる。

とにかく、計器そのものの原理はよいにしても、設計製作上今後の改良が望まれる次第である。

B. ネットの濾水率

i) ネットの使用順位と濾水率

1957年の4月及び7月の実験結果が示すように、新・旧いずれのネットの場合でも、実験を開始してから使用回数の順位の早いものでは順位の遅いものに比して極度に回転数が高い、すなわち濾水率が高い。ある使用回数(時間)、すなわち4月23日の新しいネットの場合では9回前後、古いネットの場合では21回、7月22日の新しいネットでは11回前後、古いネットでは1回後にはほぼ安定した濾水率を示した。

また、ネットの新・旧によつて安定した回転数を示すまでに要する回数に相違がある、すなわち新しいネットでは遅く、古いネットでは早い傾向がある。

これらは網を海水に漬けたとき、網地の繊維に附着による網目の縮小とフロックの付着による網目の閉鎖が主因と推定されたので、実験室において新・旧両方の網地を流水に漬けて、網目の閉鎖状況を観察し

てみた。

Fig. 3 に示すように、新・旧両方とも水漬後5~20分までに急に網目は縮少を示す。また、新・旧を比較した場合、新しい網地の網目の縮少は古いもののそれに比較して大きい。さらに、縮少して一定になるまでに要する時間は新しいものの方が古いものに比し、多少ながくかかるように思われる。なお、今回の試験で、水漬後、網目が急激に縮少したものが20~40分の間に再び網目が多少増大しているように思われるが、これは網地の繊維の特性に基くものかあるいは測定誤差によるものかいずれとも判明しない。

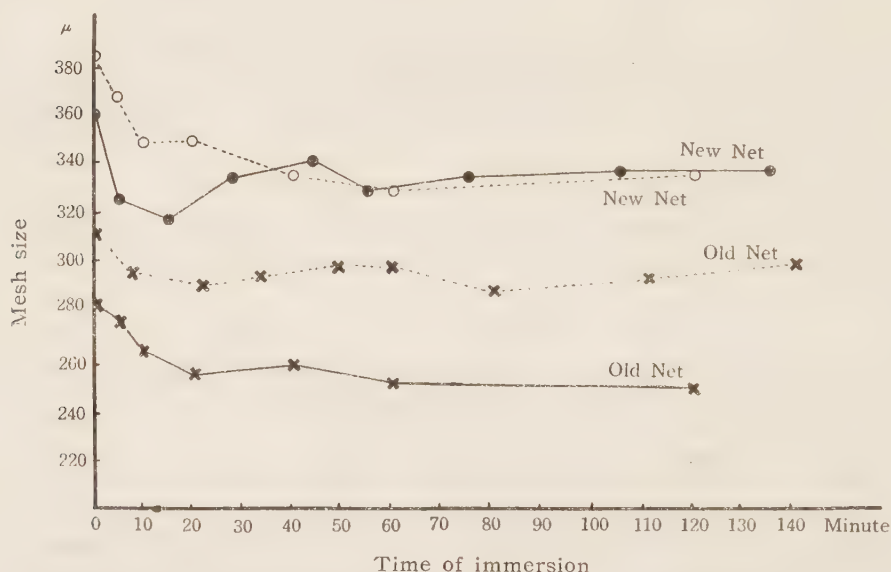


Fig. 3. Showing the shrinkage in a mesh-size of the filtering gauze (GG 54) in the course of immersion in sea water.

—●— 1957. IX. 16 Cl: 18.81% W. T.: 23.0°C
 —○— 1958. VI. 26 Cl: 19.81% W. T.: 23.0°C

これらからネットの使用順位の早いものでは濾水率が高く、ある使用回数後に安定した値を示すこと、及び網地の新・旧によつて安定値に達するまでの使用回数の相違は網地繊維の水漬による膨潤によつて引き起こされる網目の縮少過程が両者の間でことなることに一因があると考えてよいようである。

また、7月の古いネットの場合、使用前に約30分間海水に漬けたものを使用したのものであるが、最初の1回だけが極端に高い濾水率を示した。これは実験誤差とも考えられるが、網目へのフランクtonの付着による網目の閉鎖が原因しているともみるのが妥当であろう。

こうしてみると、ネットの使用順位による濾水率の相違の原因は海水に漬けたときの網地の繊維の膨潤による網目の縮少とプランクトンが網地に附着することによつて生ずる網目の閉鎖とが交絡しているとみることができよう。

ii) 曳網スピードと濾水率

これらの関係については、前述の使用順位の早い場合の値は除外して考察することにする。

曳網スピードと回転数の関係については回転数の変異が大きいので明確な関係はみられないが、2回の実験いずれにおいても、また新・旧ネットいずれの場合でも50~50 cm/sec の低スピードで目回転数は低い、すなわち濾水率は低い。また、80~120 cm/sec の曳網スピードでは低スピードの場合よりも回転数(濾水率)は高い。

それより早いスピードの場合については、実験回数も少なく、かつ変異が大きいので詳細に論ずることは

できないが、80~120 cm/sec のスピードのときとほぼ似た濾水率を示すか、あるいはそれより幾分高いようにも推定される。

総じて、低スピードでは濾水率は低く、スピードの増加とともに濾水率は高くなり、90~100 cm/sec 以上のスピードではほぼ一定値を保つが、あるいはスピードの増加とともに濾水率が増加してもその増加率は小さくなるのが本来の姿ではないかと思われる。

網部を除いて計器を取付けた場合、曳網スピードと回転数とは強い逆相関が認められるのに、ネットを取付けた場合には正の関係が認められるようであり、これはネットを取付けることにより、濾水計附近の流動と曳網スピードの関係が変化することを物語るものであろう。

iii) ネットの新・旧と濾水率

ネットの新・旧による濾水率を比較すると、当然予想されるように、新しいネットの濾水率が古いもののそれより高い。また、新・旧ネットの濾水率の差は低スピードで曳網するとき大きく、スピードの増加とともに小さくなつてゆく傾向が認められる。

ここで普段のプランクトン採集で一般に採用されている曳網スピード、すなわち 80~120 cm/sec における平均濾水率を求めてみると Table 1 に示す通りとなる。

Table 1. Mean filtering rate of the net obtained in the present experiments (Hauling speed 80—120cm/sec).

Date	Net	No. of hauls	Mean filtering rate
April 28, 1957	New	9	0.54
	Old	6	0.43
July 22, 1957	New	9	0.61
	Old	12	0.50

ネットの新・旧によつて曳網スピード 80~120 cm/sec の範囲では濾水率に約 0.1 の差がみられる。

横田 (1953) は④ネットの場合、新しいネットと古いネット (12回以上使用済みのもの) の濾水率を魚卵の採集量から比較検討し、古いネットでは新しいものに比して採集能力が著しく低下すると述べ、およそ36回使用すれば採集能力は新しいネットの $\frac{1}{2}$ 位に低下し、その後は比較的安定した能力を保持するものと考えている。今回の④ネットの場合、新・旧の網目の規格に問題はあが、採集能力が $\frac{1}{2}$ 内外に減少すると一般命題化することは、それぞれの実験条件が異なるにしても、再検討を要するに思われる。

とにかく、Fig. 3 に示したように新しいネットといつても網目の規格がかならずしも同一でない場合があるし、また濾水率の変異が大きいのでこれ以上詳しく論ずることはさげたい。

iv) プランクトンの組成及び密度と濾水率

Table 1 に示したように4月と7月とでは濾水率が相違し、新・旧ネットとも前者の方が後者より低い。これは当然予測されるように、実験施行の海域におけるプランクトン組成及び密度の相違によるものである。

すなわち、両回の実験の際に採集されたプランクトンの性格は次のように著しく違つていた (Table 2)。

Table 2. Measurements of plankton volume by YENTSCH-HEBARD's mercury immersion method.

	April 28		July 22	
	Range	Mean	Range	Mean
New net	9.7—30.3 cc	21.0 cc	0.8—1.3 cc	1.0 cc
Old net	6.0—14.8	10.9	0.5—1.1	0.8

新しいネットの方がプランクトン採集能力がよいことは4月28日、7月22日とも同様であり、これは前述の新しいネットの方が濾水率が高いことと対応している。4月には7月と比較してプランクトン採集量がきわめて大きいのに、濾水率は低い。これは4月の実験の時にはプランクトンの密度が非常に高くこれが、多量に入網してネットの網目をふさいだ結果と考えられる。なお、両回のプランクトン組成はつぎのようであった。

4月28日：

トガリサルバ *Salpa fusiformis* CUVIER の連鎖個体および単独個体がきわめて多量に出現。このほか *Noctiluca scintillans* MACARTNEY, *Evadne nordmanni* LOVEN, *Calanus helgolandicus* (CLAUS), *Paracalanus parvus* (CLAUS), *Coscinodiscus gigas* EHRENBURG などが優勢に出現した。

7月22日：

とくに量的に多いものはない。*Sagitta elegans* VERRILL (小型個体), *Sag. bedoti* BÉRANECK, *Oikopleura longicauda* VOGT, *Oithona helgolandica* CLAUS, *Calanus helgolandicus* (CLAUS), *Cal. tenuicornis* DANA, *Themisto* sp. (小型個体) などが多少みられる程度であつた。

要するに、4月と7月との濾水率の相違は、4月にはトガリサルバがネットの cod end をぎつしり埋めつくすほど入網し、この動物のもつゼリー質の物質が網目をふさぎ、その結果、ネットの濾水率を著しく低下せしめたことによるのであらうと想像されるのである。

v) その他の条件と濾水率

今回の実験では50m層からの垂直曳網によつたが、曳網水深が相違すれば当然濾水率に影響することも予想される。すなわち、プランクトンの垂直分布は各層一様に分布することなく、それぞれの特層・生物固有の分布とパッチをなして存在している。したがつて同水深域におけるプランクトンの垂直分布と曳網水深の間には当然濾水過程において濾水率に変化が生ずる可能性が存在する。一般に曳網水深が浅いほど、深層に入網したプランクトンによる網目閉鎖の結果、上層における濾水率が低下してくることが予想される。

以上、ネット採集の際の濾水率に影響を与える要因について、今回の実験結果から若干ふれてきたが、いまだここで要約するとその要因としてネットの使用順位、網地の新・旧、曳網スピード、プランクトンの組成・密度およびその垂直分布状態、さらに曳網水深などがある。さらに、それ以前の問題として計器の精度が関係する。

こうしてみると、ネットの濾水率そのものはきわめて多数の条件に規制され、またそれらが交絡しているのでその濾水率を取扱う場合には充分注意しなければならない。

前者らはプランクトン分布の量的問題を扱う目的としては、従来のネット採集に執着することよりも他の方法を案出することこそ急務であらうと主張したい。

文 献

- 榎 本 義 正 (1955). プランクトン・ネットの濾水率・抵抗等に関する水槽実験. 西海水研報, No. 6.
MOTOHA, S., ANRAKU, M. & MINODA, T. (1957). Experiments on the performance of plankton samplings with net. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., Vol. 5, No. 1.
元田 一 茂・安樂正照 (1955). プランクトンに関する研究. 対馬海流開発調査報告書, 第三輯.
西村 一 敏・安樂正照 (1956). 浮游計によるプランクトン・ネットの濾水量の範囲について. 北水産学
部研究彙報, Vol. 6, No. 4.
横 田 滝 雄 (1953). 日向灘豊後水道のイワシ類の研究. 南海水研報告, No. 2.

日水研年報 (4): 65-76, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 65-76, 1958.

海流封筒の漂流状況からみた日本近海における
マイワシ卵・稚仔の移行—I.
1957年の結果について

伊 東 祐 方・笠 原 昭 吾

Drift of Sardine Eggs and Larvae in the Surrounding
Waters of Japan as Discussed by the Results of
Drift Envelope Release Experiments—I.
Discussion for the 1957 Season

BY

SUKEKATA ITO AND SHOGO KASAHARA

Abstract

An estimation of the drift of sardine eggs and larvae in the surrounding waters of Japan was made on the ground of the results of drift envelope release experiments carried out on the main spawning areas of Japanese sardine.

1. The pattern of recovery of released drift envelopes was found to be strongly influenced by the drift currents generated by monsoon winds.

2. The sardine eggs spawned in the sea northwest of Kyushu were estimated to be carried southwards, and after hatched out, the larvae would be carried back to north, as the Tsushima current becomes intense. This might be a cause, at least, for the abundant catch of O-age sardine in this region.

3. Of the eggs liberated in the western Japan Sea, some would be carried towards the coastal waters in winter, subsequently to the north as the warm current becomes intense, but would mostly be confined within the area south of Noto Peninsula in their diffusion. Some of the eggs were considered to drift to the Suwo Nada and further to the Bungo Channel arca, Pacific Ocean, passing through the Shimonoseki Straits.

4. The eggs and larvae produced in the adjoining waters of Noto Peninsula may be attributable by a characteristic wide-range diffusion, some of which would be carried far away to the Tsugaru Straits, Funka Bay, Sanriku coasts, *etc.* in the Pacific Ocean.

5. A large part of the eggs and larvae produced on the Paicfic coasts of Japan would be drifted to the offing by the Kuroshiwo, though a minor part would be sustained in the coastal anti- and eddy-currents in several areas.

I. は し が き

イワシの資源研究で補充機構の問題が大きな研究課題となつている。したがつて、卵・稚仔の移行状況を知ることはそれらを究明する上にも、また、洄游系統を明らかにする上でも重要な問題の一つであろう。

辻田 (1958) は東支那海および九州西岸海域における冬季の表層流とサバ、アジの卵、仔魚の分布結果とを総合して東支那海のアジ、サバ卵、仔魚の輸送ならびに洄游状況について考察を加えた。筆者の一人笠原 (1957a, 1958) は春季の日本海北部海域の表層流から主として能登近海で産卵されるマイワシの卵・稚仔の移行について推定を試み、また、筆者の一人伊東 (1957) は推定表層流から当才魚の移動について簡単な考察を行つた。

そこで筆者らは1957年以来、日本のマイワシの重要産卵場で産卵期に海流封筒を投入し、その漂着状況から卵・稚仔の移行状況を知る一つの試みを行つているが、ここに1957年に実施した関係資料に基いて考察を加へてみた。

この調査を行うに当つて種々と協力を得た鹿児島、熊本、長崎、福岡、山口外海、島根、秋田、青森、三重、愛知、千葉の各県水産試験場および南海区水産研究所延岡支所の担当者に感謝の意を表する。

原稿の校閲と有益な批判とを賜つた日本海区水産研究所資源部長加藤源治技官ならびに同所西村三郎技官に深謝するものである。

II. 調査の方法

本邦におけるマイワシの重要産卵場と産卵期については、今までの調査研究によつて明らかにされている

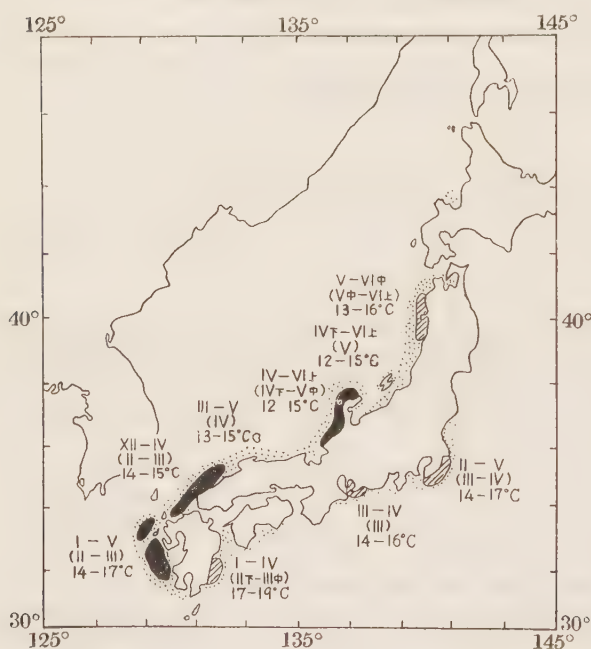


Fig. 1. Diagram showing the area and season of spawning of Japanese sardine with the surface water temperature at the peak of spawning.

(中井地, 1955; 村上・早野, 1955; 横田・浅見, 1956; 山中・伊東, 1957)。

Fig. 1 にマイワシの産卵場と産卵時期の概略を示した。

マイワシの産卵場は年により多少の差異はあるが、九州海域、能登近海、房総近海、日向灘、山陰海域および男鹿半島周辺が重要であるので、それらの海域に重点をおき、なお、過去の重要産卵場とされている大隅海峡をも対象として海流封筒の投入を行つた (Table 1)。

投入点の位置および投入の時日については、各水試において現地の実情にそくしそれぞれ決定した。太平洋海域の一部の海域においては、産卵時期、産卵場と投入時期、投入点位置とは必ずしも一致しないものもある。

海流封筒* として使用したものは、ピンク色に着色した半透明のビニール製で膜の厚さ 0.1 mm、短辺 10.0 cm、長辺 16.5 cm のもので、海流はがき封入後の接着は高周波マシンにより二重に接着を

* 笠原 (1957b) は従来の海流瓶と海流封筒 (ビニール製) の効果比較試験を行い、海流瓶に比し、その効果は決して劣らないことを報告している。

施した。

なお、投入時の観察によると、今回は投入直後1割近いものが徐々に水面から没し、ある層で漂流しているのがみられた。この原因としては、一般的にビニールの比重は1.2~1.6であり、海水の比重よりも大きいことによるもので、封筒の作成に当り一部のものは気密内部の空気が少なく浮力の小さかつたものがあつたためと思われる。したがって、筆者らの期待に反するものであつた。

よつて、1958年にはポリエチレン（比重0.92~0.93）を使用して良い効果を得ていることを附記する。

Table 1. Results of the drift envelope release experiments conducted on the spawning areas of sardine in surrounding waters of Japan.

A) West of Kyushu

Agent	Date	Release position		Number of envelopes released	Number of envelopes recovered	Percentage ratio of recovery(A)	Monthly mean of A
		Lat. (N)	Long. (E)				
Kagoshima Pref. Fish. Exp. Sta.	II 27	30°-52'	30°-49'	50	18	36.0%	28.0%
	27	31-47	130-04	50	10	20.0	
	III 7	30-52	130-49	50	8	16.0	34.0
	13	31-47	130-04	50	26	52.0	
Kumamoto Pref. Fish. Exp. Sta.	II 26	32-19.9	129-35.5	50	2	4.0	5.0
	26	32-27.7	129-13.8	50	3	6.0	
	III 23	32-19.9	129-35.5	50	4	8.0	10.0
	23	32-27.7	129-13.8	50	6	12.0	
Nagasaki Pref. Fish. Exp. Sta.	II 23	32-33.5	129-40.8	50	6	12.0	3.5
	23	32-26.0	129-16.0	50	0	—	
	23	32-19.0	128-52.0	49	0	—	
	23	32-10.8	128-27.4	50	1	2.0	
	III 6	32-24.3	129-31.6	50	2	4.0	8.5
	6	32-34.0	129-08.0	50	1	2.0	
	7	32-46.0	128-02.1	49	1	2.0	
	7	33-00.0	128-53.6	50	13	26.0	
Fukuoka Pref. Fish. Exp. Sta.	III 6	34-05.5	130-45.0	50	21	42.0	36.0
	7	33-58.7	130-41.7	50	18	36.0	
	7	34-01.0	130-28.5	50	16	32.0	
	7	34-04.0	130-15.0	50	17	34.0	
Total and mean				998	173	17.7%	

B) Hyuga Nada and Tokai region

Agent	Date	Release position		Number of envelopes released	Number of envelopes recovered	Percentage ratio of recovery(A)	Monthly mean of A
		Lat. (N)	Long. (E)				
Nankai Reg. Fish. Res. Lab. (Nobeoka)	II 23	32°-15.4'	131°-49.3'	50	0	—%	—%
	27	32-33.3	132-13.1	50	0	—	
	III 10	30-43.0	130-29.2	50	0	—	1.0
	27	31-54.5	131-41.7	50	1	2.0	
Mie Pref. Fish. Exp. Sta.	VI 25	33-20.5	135-45.6	50	0	—	
	25	32-27.0	135-45.0	50	0	—	

Aichi Pref. Fish. Exp. Sta.	IV22	34-32.5	137-33.0	50	0	-	} 5.0
	22	34-34.0	136-59.0	50	5	10.0	
	VI 4	34-32.5	137-33.0	50	3	6.0	} 18.0
	5	34-33.5	137-00.5	50	15	30.0	
Chiba Pref. Fish. Exp. Sta.	VI 4	34-37.7	140-02.8	100	0	-	} -
	VII 1	34-53.2	140-03.8	100	3	6.0	
Total and mean				700	27	3.9%	

C) Western Japan Sea

Agent	Date	Release position		Number of envelopes released	Number of envelopes recovered	Percentage ratio of recovery(A)	Monthly mean of A
		Lat. (N)	Long. (E)				
Yamaguchi Pref. Fish. Exp. Sta.	II 21	34°-45.0'	130°-30.3'	50	9	18.0%	} 31.0%
	22	34-45.9	131-32.8	50	22	44.0	
	III 18	34-45.0	130-30.3	50	8	16.0	} 28.0
	27	34-54.7	131-27.0	50	20	40.0	
Shimane Pref. Fish. Exp. Sta.	III 3	34-56	132-00	100	28	28.0	} 31.0
	6	35-51	133-12	100	34	34.0	
	24	35-33	132-43	50	14	28.0	
	24	35-16	132-00	50	13	26.0	
	28	35-04	132-00	50	20	40.0	
	29	35-38	132-18	50	16	32.0	
Total and mean				600	184	30.6%	

D) Noto Peninsula region

Agent	Date	Release position		Number of envelopes released	Number of envelopes recovered	Percentage ratio of recovery(A)	Monthly mean of A
		Lat. (N)	Long. (E)				
Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.	IV21	37°-36.0'	137°-16.6'	50	4	8.0%	} 21.8%
	23	37-28.6	136-51.1	50	10	20.0	
	23	37-32.8	136-48.0	50	17	34.0	
	23	37-37.1	136-45.0	50	11	22.0	
	23	37-41.6	136-42.0	50	10	20.0	
	23	37-50.2	136-35.9	50	10	20.0	
	24	37-13.0	136-33.2	50	9	18.0	
	24	37-14.4	136-30.6	50	13	26.0	
	24	37-20.6	136-20.8	50	11	22.0	
	24	37-17.6	136-25.8	50	14	28.0	
	V 16	37-36.0	137-16.6	50	9	18.0	} 7.8
	23	37-28.6	136-51.1	50	8	16.0	
	23	37-32.8	136-48.0	50	7	14.0	
	23	37-37.1	136-45.0	50	2	4.0	
	23	37-41.6	136-42.0	50	1	2.0	
	23	37-50.2	136-35.9	50	8	16.0	
	24	37-11.3	136-35.6	50	0	-	
	24	37-14.4	136-30.6	50	2	4.0	
	24	37-17.6	136-25.8	50	2	4.0	
	24	37-20.6	136-20.8	50	0	-	
Total and mean				1000	148	14.8%	

E) Northern Japan Sea

Agent	Date	Release position		Number of envelopes released	Number of envelopes recovered	Percentage ratio of recovery(Δ)	Monthly mean of A
		Lat. (N)	Long. (E)				
Akita Pref. Fish. Exp. Sta.	10	40°-09.6'	139°-53.1'	97	41	42.3%	24.4%
	31	40-02.2	139-37.4	100	7	7.0	
Aomori Pref. Fish. Exo. Sta.	16	40-49.4	140-11.0	50	25	50.0	36.0
	20	40-51.0	140-12.0	50	20	40.0	
	28	40-56.0	140-14.0	50	18	36.0	
	30	40-02.2	140-16.0	50	9	18.0	
Total and mean				397	120	30.2%	

Ⅲ. 調査の結果

i) 漂着状況

投入海域別の漂着状況を Fig. 2 に示した、これについての月別に結果の概略を述べる。

九州西海域 (Fig. 2-1)

2月：投入が行われたのは長崎県以南である、五島列島福岡島南東約20マイルのところで投入したもののうち1枚が北上して福岡県の大島に漂着している、これを除いては、いずれも九州沿岸に沿って南下している、野母崎～男女群島を結ぶ線上で投入したもので甕列島附近を南下して屋久島、五島列島のものもある、大隅海峡中央部で投入したものについても、ほとんどが種子島の西岸に漂着をみており、全体として南下の傾向がうかがえる。

3月：いずれも南下して甕列島、野間岬周辺および種子島などに漂着している、これは2月とほとんど同様な傾向であるが、2月にはわずかであるが北上しているものがあつたが、今回は認められなかつた、福岡県沿岸で投入したものについても北上しているものはない、そのほとんどが大隅海峡の西口周辺に漂着し、海峡内にも少数流入しており、大分県西国東郡に1枚、愛媛県西宇和郡に2枚漂着しているのが注目された。

日本海西部海域 (Fig. 2-1)

2月：山口県沖でのみ投入されており、北上したものはきわめて少なく、接岸してその沿岸に漂着している。

3月：山口、島根県沖の山陰海域で投入が行われている、その漂着は2月に比較すると、北上しているものがめだつて多くなっている、そうして多数が島根県沖での沿岸に漂着しているが、若狭湾附近まで達したものもかなりあり、その高奥部に少数漂着している、1枚ではあるが新潟県直江津市に漂着しているものもみられた、このような漂流の変化は、3月に入つては対馬暖流北流の増勢を物語っているものと考えられる。

日向灘海域 (Fig. 2-1)

この海域における投入点は非常に少ないが、2月に投入したものは1枚も拾得されておらず、3月の投入はわずか1点で、そのうち1枚のみが北東に流れ土佐清水沖2マイルの海上で拾い上げられている。

能登周辺海域 (Fig. 2-2)

4月：おもな漂着地は、富山湾能登内浦側、新潟県南部、秋田県南部、入道崎附近、青森県の日本海岸および津軽海峡内の各地域で、例年とはあまり異つていない、特徴としては、緑剛埼北北西5マイルのところに投入したもので、富山湾へ流入したものはなく佐渡沖合へ北上している、また、輪島北北西15マイル、海士崎北西20マイルの範囲のものでは漂着の状況から沖合へ北上したもの、一旦南下接岸して沿岸に沿って北上したものがあつたと考えられ、投入後それぞれ分散している模様がうかがえる、例年この海域において認

められる沿岸逆流、渦流域の存在など、この海域の海象の複雑性を示している。

1月、拾得率は5%に過ぎない。漂着拾得の皆無。一つの投入点は海上100北西5マイルおよび20マイルの地点であった。概して輪島北北西10、15マイル、海士崎北西巨岸20マイルの範囲のもので拾得率が悪かつた。

漂着についてみると、富山湾内に流入してその沿岸に漂着したものは1月に較べて少数で、多くは新潟県の南部地域に漂着している。このことから、能登半島の外山沿岸域における流れは前月に較べてその中が沖合に拡つている様相がうかがえる。輪島北北西5マイルの投入点からのもので南下して猿山岬沖合8マイルの海上で拾い上げられたものがある。

このほかにも漂着の状況から同一点のもので投入直後南下、北上と分散したと考えられるものも多く、前月同様沿岸域では沿岸逆流、渦流域の存在を示している。

日本海北部海域 (Fig. 2—3)

投入は1月のみで、投入点は秋田、青森県と五里岸5マイル前後の沿岸域である。その漂流状況は能代沖で投入したものはそのまゝとし、青森県五里岸より多数漂着したため、一部はさかづき海峡に流入している。一方、入道崎北西4マイルのところでは投入したものは前者とは反対に沖合へ漂流したと考えられ、そのほとんどが北海道松前附近に漂着し、本土側日本海岸に漂着したものはなく、津軽海峡を流出して岩手県

Fig. 2. Drifts of envelopes by months of release (1957).

- Release spot
- Discovery spot

The Arabic figure attached to the discovery spots denotes the number of envelopes when more than two of them were drifted together to respective spots.

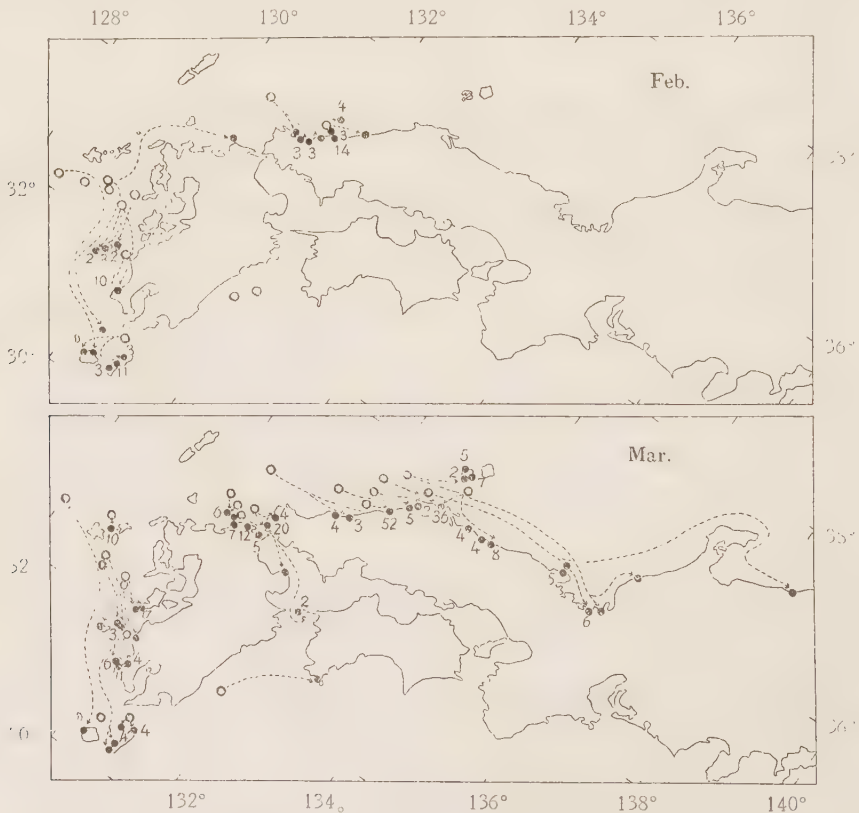


Fig. 2-1. West of Kyushu, Hyuga Nada and western Japan Sea region

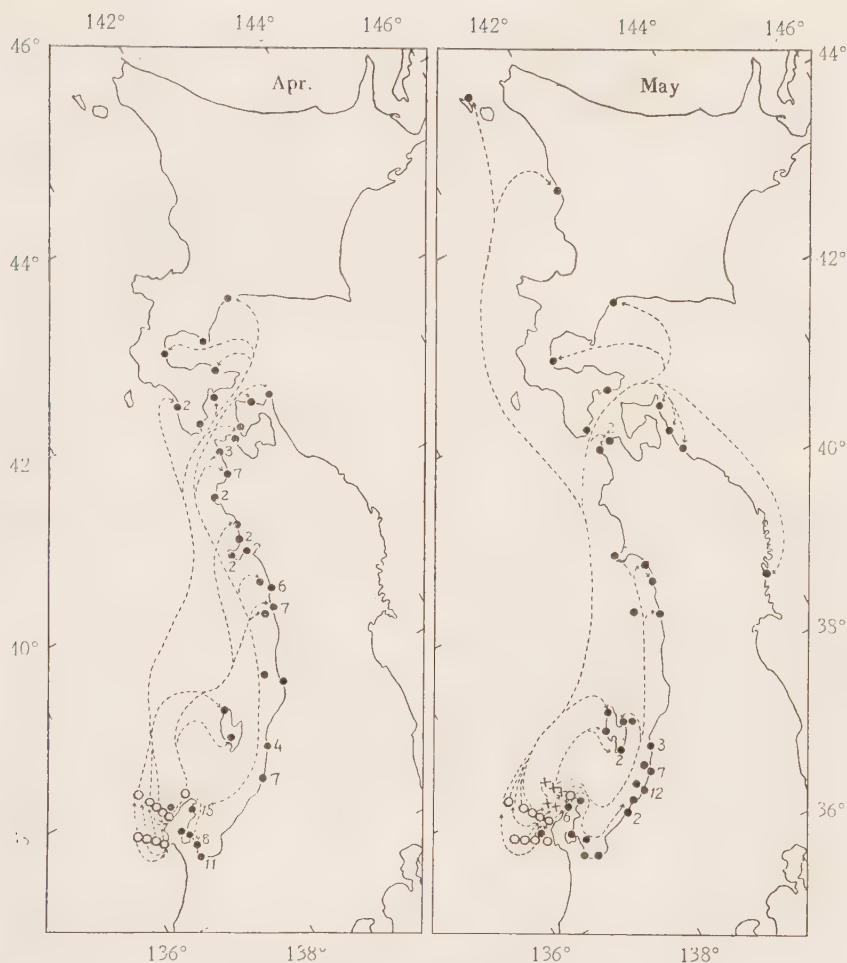


Fig. 2-2. Noto Peninsula region

気仙郡に1枚漂着している。

青森県沿岸で投入したのは5月中旬、下旬であった。まず、中旬についてみると、投入点は2点で投入口時には4日の開きがあるが、投入点は隣接している。しかし、漂着状況は大きく異なり、この海域における海象の変化の大きいこととともにその複雑さを示すものであろう。すなわち、5月16日に投入したものは七里長浜の沿岸に沿って北上し、十三湊附近に集中して漂着している。5月20日に投入したものではそのまま接岸して漂着したと思われるもの、七里長浜の沿岸に沿って北上しその附近に漂着しているもの、沖合に出て北上し津軽海峡に流入したと考えられるものがあり、また、南下し入道崎の北側にまで達しているものもある。下旬の場合には投入点は中旬のときに比較してやや北方沖合に偏している。このためか漂着状況は中旬のような複雑さは認められず、すべてが津軽海峡内に流入し、多数が太平洋に流出している。

東海海域 (Fig. 2—4)

4月：投入点はわずか2点で、浜名湖口沖約5マイルの地点のものでは拾得されたものは皆無である。伊勢湾口中央部で投入したものでは湾内への流入は認められず、いずれも南西方に漂流し、志摩半島先端附近に漂着している。このうち1枚のみが和歌山県東牟婁郡大島に漂着している。

6月：遠州灘附近についてみると、浜名湖口沖約5マイルの地点で投入したものは西方に漂流しており、さらに伊勢湾に入り、湾奥部にまで達している。なお、渡辺 (1955) によれば、1954年夏季に行われている海

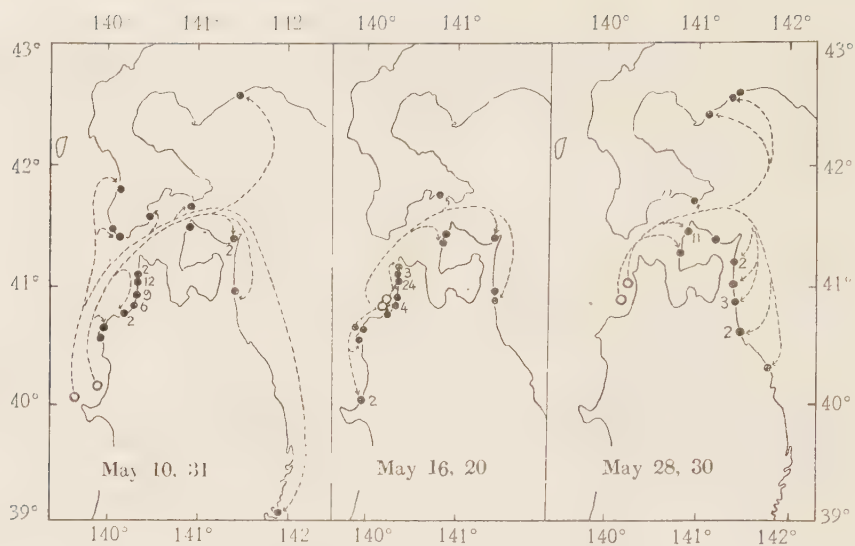


Fig. 2-3. Northern Japan Sea



Fig. 2-4. Tokai region

流瓶投入の結果によると、浜名湖以東の沿岸域においては御前埼近海まで東へ向う流れの存在が認められているが、今回は東に漂流したものはなく、いずれも西流していることが注目される。伊勢湾口中央部で投入したものは4月同様に南下して投入後3日間のうちに志摩半島先端に多数漂着している。それ以後約15年経過して、この沿岸2〜4マイルの海上で回収上げられている。これらのことから遠州灘附近における沿岸域では沿岸反流が認められるようで、一部は伊良湖岬側から伊勢湾内に流入し、高奥部まで達する模様である。伊勢湾口中央部附近では志摩半島に沿って南下しているものと思われる。このことは、湾内に左回りの環流があり、西側の湾口部から湾内の海水の一部が志摩半島の近岸を伝って流出しているという伊勢湾内部の流動と符合する(渡辺, 1955)。

房総半島附近で投入したものでは、拾得率はきわめて悪い。沿岸寄りで投入したものは北上が認められ、勝浦附近に漂着している。沖合の投入点のものは拾得は皆無である。これはおそらく北東に流れて沖合へ漂流したためであろう。

潮岬南沖合の2点でも投入したが、漂着拾得は皆無である。この投入域は黒潮流域であることから北東に流れ沖合へ漂流したためであろうと考えられる。

ii) 拾 得 率

投入点別の拾得数および拾得率については Table 1 で示した通りであるが、拾得率の比較的高かつたのは鹿児島、福岡、山口、島根、秋田、青森の各地の海域で投入したものである。一方、極端に悪いのは日向灘、東海海域の太平洋岸で投入したものである。

全体についてみると、延投入点数は68点、投入総枚数は3,695枚であり、拾得報告のあつたものは652枚で拾得率17.7%となり低率である。この拾得率について、ここで同一条件(投入点の位置はほぼ同じく、投入月、日も近似している)と考えられる能登海域にて4月投入したのものについて較べみる。1956年のものは5点で242枚投入し、そのうち拾得されたものは83枚あり33.4%の拾得率を示している(笠原, 1958)。これに対して今回(1957年)は10点で500枚投入して102枚の拾得で拾得率は20.5%に相当低い。この原因については前に述べたように封筒作製上からくる封筒の物理的性質にも一つの原因があると思われる。

IV. 考 察

マイワシ卵・稚仔の垂直分布については、能登近海では海中に放出された卵は、放出水深の相互的位置的關係を比較的不変に保っているが、ある水層に放出された卵は発生のすすむにつれて、相対的に全体として浮上し、さらに発生のすすむにつれて沈下することが予測されている。すなわち、発生初期〜中期には浮上し、後期には沈下、稚仔時代には中層に浮游する。したがって、卵の垂直分布そのものはきわめて複雑になってくるが、一般的には50m以浅に多く分布し、稚仔は中層 20〜50m 層に多く浮游していることが知られている(西村・伊東, 1955; 西村, 1957)。九州西岸海域においては、西海区水研で行った110mと50mの両水深からの曳網採集数の差異から、50m以深にも相当量の卵および稚仔が存在し、かつ、それらは発生段階により浮游水深が異なる傾向を示していることを指摘している(村上・早野, 1955)。

総じてマイワシ卵・稚仔時代は50m以浅に多く、表層流の流れにのって成長を続け、集積拡散をともなうて移行を続けるものと考えられる。しかしながら、稚仔時代からカエリ時代にうつるにしたがつて游泳能力をもちはじめ、各種の刺激に対して反応を示すようになるので必ずしも海流だけに支配されず、全体としては沿岸に集積する習性をもっている。さらに成長と移行を続けるが、渦流域にながく停滞する場合が多い。

イワシの稚魚そのものは、かような習性をもつものと推定されるが、海流封筒の移行とそれら卵・稚仔の棲息水深の流れと一致しているかどうかの問題がある。

宇田(1958)は既往の調査による東支那海区の流動と水系は季節風による表層の吹送流が皮流をなし夏季(南西季節風季)と冬季(北西〜北東季節風季)で著しく変化する。この流動は力学的海流計算で与えられる地函流のそれとは大異があり、むしろ G. E. K. の海流航路による調査結果が実態に近いと考えられるので、卓越風による浮游卵(成魚のそれを含む)、稚仔の輸送散布を調べるに当つてとくに考慮を払うべき点であると指摘し、季節風による吹送流の重要性を強調している。辻田(1958)も同様なことを述べている。

したがって、当然マイワシ卵・稚仔の分布水域の流動は吹送流、すなわち、海流封筒で示される流動と大略的には一致するとみてもよいであろう。また、稚仔が成長するにつれて沿岸に集る習性をもち、海流にのって大きな移動をするものは少ないと推定される点もあつて、海流封筒の漂着からなつた卵・稚仔の移行状況とそう大差あるものはない。そのような観点から海域別に考察を進めたい。

なお、1952～1954年の日本全域の海域別の当才魚（マシラスの漁獲統計が得られていないので便宜的にこれを用いた）の漁獲割合を Table 2 に示した。

Table 2. Catch of O-age Sardine by regions, 1952-1954.

(Unit: Number of fish)

Year	1952		1953		1954	
Region						
Hokkaido	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	%
	4 (0.0)		33,130 (0.1)		18,909 (0.1)	
Japan Sea {	70,000 (0.4)		118,300 (0.5)		568,394 (3.8)	
	5,468,000 (29.5)		8,582,400 (33.7)		5,366,106 (36.2)	
Seikai	11,223,411 (60.6)		15,021,091 (59.0)		6,733,889 (45.6)	
Nankai	267,535 (1.4)		693,323 (2.7)		1,688,074 (11.4)	
Tokai	1,464,510 (7.9)		89,050 (0.4)		13,900 (0.1)	
Tohoku	17,003 (0.1)		906,540 (3.6)		409,600 (2.8)	
Total	$\times 10^3$		$\times 10^3$		$\times 10^3$	
	18,510,463 —		25,443,834 —		14,838,354 —	

表をみれば明らかのように、東支那海域が主体を占め、次いで日本海西側であり、その両海域で日本全国の80%以上の漁獲を示している。また、近年では東支那海域の当才魚の漁獲の減少がめだつている。

これは両海域の漁獲努力の大きいこともさることながら両海域の卵・稚仔の生残りのよいことおよび以下に述べる卵・稚仔時代の漂流状況、その後の移動においても海岸地形に基く定常的海流の有無が関係しているようであることを附記しておきたい。

九州海域での重要産卵場（五島灘、天草灘）の2、3月の産卵盛期における海流封筒の漂着状況はいずれも南下を示し、九州南部海域に漂着している。佐賀水試（1957）によつて古志岐島北12マイル、対馬豆酸崎南12マイルの各点で海流瓶が投入されているが、その結果についても1、2、3月を通じて北上したものは認められず、1月に一部は東に漂流し、その他はいずれも南東に漂流してその沿岸に漂着している。これは既に辻田（1954）が報告しているように、この海域において冬季の季節風によつて発達する南下吹送流（離岸流）の存在を実証するものであろう。

これらの事實は、当然九州海域での卵・稚仔が南下を示すことを意味するものと思考される。また、現在のマイワシの産卵場の末端である五島灘を主漁場とした西海区において、本邦小羽、中羽イワシの約50%が漁獲されている事実（Table 2 参照）、おそらく稚仔の生残りのよいこと、および漁獲能率のよいことが関係しているであろうが、九州北西域で産卵された卵群が南下漂流し、發育を続け次第に游泳力をもちながら沿岸に移行し、暖流の強勢になるとともに（この時季には冬季存在していた離岸流は消滅する）北上し、五島、天草近海の渦流域にながく停滯成育を続け、そのうちに漁獲される結果と考えられる。こうした気象、海象状況と卵・稚仔の移行とを結びつけることにより、産卵場が九州西岸海域で盛んに産卵されていた時代の九州西海域での当才魚の大量漁獲の所以を説明することができるようである。

一方、海流の南下傾向から九州海域の卵群が一部日向灘、太平洋に移行するものもあると予想されることは系統究明上注目すべきことである。

日本海西部海域（ここでは福岡県沿岸を含む）についてみると、海流封筒の漂着状況から、2月～3月中旬ごろまでは季節風の影響を大きく受け、北上の流れはさきわめて弱いものと思われる。3月下旬にいたつて、北上するものが多くなり、暖流の増強を示すもののようである。

この海域の主産卵期は1～3月であるので、産卵された卵は沿岸に集積されて成育を続け、小湾に移行し

たもののほかは、3月下旬以後徐々に北上することが考えられる、しかし、海流封筒の漂着から、この海域で産卵されたものの当才魚時代の分布は能登半島以南が主体を占めるものと考えられる。また、島取、兵庫沿岸に漂着の多い事実は、山口、島根県の沿岸海域とともに5～6月ごろ、この海域でも抄網による小羽イワシ漁業が盛んに行われ、当才魚を多獲していることとよく符合し興味深い。

下関海峡は潮汐の干満による海水の流動がはげしく、この附近で投入した海流瓶は、潮時によつて漂流の経路がいちじるしく変ることが推察されている（渡辺、1955）。福岡県沖合で3月に投入した海流封筒のうち3枚が周防灘および豊後水道に漂着したことは足摺系統群（横田、1953；伊東、1957）に日本海西部海域の卵・稚仔が添加されるもののあることを物語るもののようであり、注目すべきことである。

能登周辺で投入した海流封筒の漂着状況は前述したとおりである。このことから、能登近海で産卵された卵群、稚仔の一部は富山湾に、一部は日本海北部沿岸あるいは津軽海峡、さらに噴火湾、三陸沿岸にも達するものがあると考えられる。前述の海域（九州西岸海域、日本海西部海域）に較べてひろく分散移行することが特徴である。一方、このことは、能登近海が近年本邦屈指の産卵場であるのに加へられず、卵・稚仔時代の生残りの変動が大きいこと、海洋地形に基因する流動の季節調性、また、沿岸漁業の盛んなことなど相俟つて、日本海北部において当才魚の集中漁獲がみられない一因と思われる。

日本海北部海域についてみると、海流封筒の漂着は前述したように、きわめて複雑で海象の変化の大きいことを示している。この海域での卵群の一部は七甲長浜の渦流域にとどまり、北上するものについては北流渦西岸海域に移流するものは少なく、青森とどろ津軽海峡、噴火湾、三陸沿岸に移行するものと思われる。さらに、ここでは津軽海峡内についてみると、調査の期間を通じて、小羽、中羽イワシの漁場である陸奥湾内への漂着は皆無であった。このことから推して、卵・稚仔の湾内への移行はきわめて少なかったと考えられ、本年（1957）陸奥湾内での産卵がきわめて貧弱であり、小羽イワシ漁は凶漁に終っている（青森水試、1958）事実と考え併せて興味ふかいものがある。

太平洋岸の日向灘および東海海域についてみると、また、この海域における調査範囲は島取湾よりきわめて、詳細に調査することはできない。3月日向灘海域においては毎月1枚の漂着であったが、北東に漂流していることが認められる。遠州灘海域沿岸にみられるも西方に漂流し、伊勢湾奥に漂着したものもある。また、伊勢湾口中央部附近に南下して志摩半島に多く漂着しており、さらに南下して潮岬附近まで漂流している。このことから、この海域沿岸ではかなり強い沿岸反流が存在しているものと推察される。

今回の調査によつて、日向灘で放出された卵群の一部は日向灘の沿岸域および豊後水道で停滞成長を続けるものかあるにしても、黒潮の流れにより沖合に移行するものもかなり多いと考えられる。また、遠州灘附近のものは反流によつて移行停滞するものもあるが、やはり沖合に流されるものの多いことを示すものと思われる。すなわち、太平洋岸の卵群は特殊海域である沿岸反流および渦流域の存在する海域では沿岸にとどまり、また、湾内に移流したものはそこにとどまるが、そのほかの海域では黒潮によつて沖合に流されるものと考えてよからう。

大隅海峡のものでは、投入後短時日のうちに種子島に漂着したものが多く、海峡を北東にぬけて、九州南東岸に漂着したものは1枚もない。時期を同じくして行われている鹿大水産学部（1958）の海流瓶の調査報告からも、沿岸水の張り出しによつて、冬季大隅海峡を北上する流れはきわめて弱く、種子島北部に圧流されて東岸に南下し、南種子の東側で黒潮本流の流れに合して北東に流れる傾向がみられる。

過去の大漁時代に大産卵場といわれていたこの海域の産卵群も、今回の調査結果などから考えると、太平洋沿岸海域に漂着するものは少なく、大部分は太平洋沖合に移行したものと考えられる。おおよそ1万年の寛仁から過去の問題を推定することは問題があるが、海況とくに流動に大差がないものとして、過去の大漁時代に多獲していた北海道および東北海域のイワシの補給源としての九州南西海域および薩南海域の卵群の重要性については疑問視せざるを得ない結果が予測され、かえつて、日本海北部海域の補給源の重要性がうかがいがつている。しかし、これだけから重要問題を論ずるのは当を得ていないので、今後の研究結果にまちたい。

以上海流封筒の着漂状況からマイワシ卵・稚仔の移行、さらに、当才魚の問題についてもふれたが、卵・稚仔そのものは移行中に成長を続け、游泳力をもつ生物群衆体であるのだから、今後の推論には一つの飛躍がある。

ることは否定できない。しかしながら、各海域で産卵された卵群が卵・稚仔時代いかなる移行を続けていくかを知るためのあしがかりは得られるだろう。今後これらの問題はそれらの卵群の生残り機構および成育するにつれて変化する生態の研究と相俟つて解明しておかなければならない問題と考える。とくに、近年九州海域での大羽イワシの南下群の減少、すなわち、産卵場の北遷現象と戦後小羽、中羽イワシの好漁場とされていた五島灘、大草灘における近年の不作問題、その海域の卵・稚仔の生残り問題とともに、卵・稚仔の南下量の減少に一つの原因があるものと推定され、その後の九州沿岸の小羽、中羽の資源問題究明上の大きな問題点となることを強調したい。

また、過去の大漁時代の北海道、東北海域の魚群の補給源として、九州南部から薩南海域での産卵群の重要性が強調される考えの適否を推定することが必要である。また、能登周辺産卵群の補給問題を究明する上にも、このような研究の方法も有力な一つの手法であることも強調したい。

このような考えにたつて、今後これらの調査を継続することによつて、卵・稚仔の移行、混合さらに系統の解明上のあしがかりとしたい。

V. 摘 要

マイワシの重要産卵場において、その産卵時期に海流封筒の投入を行い、その漂流状況から卵・稚仔の移行の推定を試みた。

1. 海流封筒の漂着は季節風による吹送流の影響をつよくうける。
2. 九州北西域での卵群は南下することが予測され、産卵場末端海域で当才魚の漁獲の多い理由について一応の推論を下しうる資料をえた。
3. 日本海西部海域で産卵された卵・稚仔の移行は、冬季沿岸流に運ばれ、漂流の強勢化によつて北上するが、能登半島以南にとどまるものが多い。また、一部は四国・瀬戸内海、豊後水道にも移行するものがあることが推定される。
4. 能登近海の卵・稚仔はひろく分散移行することが特徴的で、津軽海峡、噴火湾、三陸沿岸にまで達するものがあるだろう。
5. 太平洋岸のものは一部沿岸反流、渦流域にとどまるが、黒潮によつて流され沖合に移行するものが多いと推定される。

文 献

- 青森県水産試験場 (1958). 昭和32年度沿岸資源委託調査経過報告書 (鰯).
- 鹿児島大学水産学部 (1958). 対馬暖流開発委託調査報告書, 昭和27年9月至昭和28年3月.
- 笠原昭吾 (1957a). 1955年春季日本海北部海域の表層流に於いて一とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係. 日水研年報, (3).
- 笠原昭吾 (1957b). 表層流調査に用いられる海流瓶と海流封筒の効果比較について. 日水研年報, (3).
- 笠原昭吾 (1958). 1956年春季能登近海の表層流とマイワシ卵・稚仔の移行についての考察. 日水研年報, (4).
- 村上子郎・早野孝教 (1955). 昭和27年鰯資源協同研究経過報告. 西水研.
- 中井甚三郎他 (1955). 昭和24~26年鰯資源協同研究経過報告. 東海水研.
- 西村三郎・伊東祐方 (1955). 能登近海における卵・稚仔の分布調査中間報告. 日本海イワシ資源調査概要, (9).
- 西村三郎 (1957). 浮游深度によるマイワシ卵の発生速度の相違について. 日生態会誌, 7 (2).
- 佐賀県水産試験場 (1957). 対馬暖流調査, 海流瓶資料.
- 辻田時美 (1954). 対馬海峡及び五島大草海域漁場の構造と特に二重潮の完流について. 西水研報告, (1).
- 辻田時美 (1958). 東支那海のサバの生態と漁場の海洋学的研究(1). 西水研報告, (4).
- 宇田道隆 (1958). 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯 (海況漁況編).
- 渡辺信雄 (1955). 海流瓶による日本近海の流れ調査. 科学朝日, 9月号.
- 山中一郎・伊東祐方 (1957). 昭和29年度鰯資源協同研究経過報告. 日水研.
- 横田滝雄 (1953). 日輪灘、豊後水道のイワシ類の研究. 南水研報告, (2).
- 横田滝雄・浅見忠彦 (1956). 昭和25年鰯資源協同研究経過報告. 南水研.

日水研年報 (4): 77-85, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 77-85, 1958.

1956年春季能登近海の表層流とマイワシ 卵・稚仔の移行についての考察

笠 原 昭 吾

A Study on the Surface Currents in the Adjacent Waters of Noto Peninsula in Spring of 1956, with a Consideration upon the Drift of Sardine Eggs and Larvae

BY

SHOGO KASAHARA

Abstract

In spring of 1956, some release experiments of drift bottles and envelopes were conducted in the vicinity of a spawning area of sardine off Noto Peninsula, in order to study the surface currents as well as the drift of sardine eggs and larvae which is considered to be strongly influenced by the surface currents.

The results obtained may be summarized as follows:

1. The drift of bottles and envelopes is different according to the dates and the positions of release, suggesting a highly changing character of the coastal flow.
2. The main stream of surface currents in the coastal area was supposed to have been going through the Sado Straits, while the flow branching into Toyama Bay was weak until Middle April, then became gradually strong from late April on.
3. The waters more than 30 miles off the northwest coast of Noto Peninsula were considered to have passed through in the offing of Sado Island and approached to the coast in the neighborhood of Nyudo-zaki Promontory. The strength of this current was considerably large.
4. It was estimated that the eggs and larvae of sardine reproduced in the coastal waters of Noto Peninsula have mostly been drifted into Toyama Bay and to the adjacent seas of the Sado Straits as well, but that their drift would to some measure be variated according to the dates of spawning.

I. は し が き

1954年以降イワシ資源調査の一環として、能登近海の産卵調査と併行して海流瓶・海流封筒の投入による表層流の調査を行ってきた。これは能登沿岸で産卵されるイワシの卵・稚仔の移行を推定するための一

の方法として実施しているものである。

1955年の結果および海流瓶と海流封筒の効果比較についてはすでに報告した(笠原, 1957a, 1957b)。ここでは1956年春季に投入した海流瓶・海流封筒について、主として漂着状況の結果をとりまとめ、表層流ならびにマイワシの卵・稚仔の移行について考察を加えた。

報告にさきだち、本稿の校閲を賜った日本海区水産研究所資源部長加藤源治技官、同所伊東祐夫技官、とりまとめに際し種々御助言をいただいた同所西村三郎技官に対し深謝する。

II. 調査の方法および拾得結果

使用した海流瓶はビール空瓶で、抵抗板は使用していない。海流封筒はピンク色に着色した半透明のビニール製で膜の厚さ 0.1mm、長辺 16.0cm、短辺 10.0cm のものを用いた。

投入に当っては、産卵場を中心とした沿岸域ならびに比較的沖合の巨岸40マイルの海域を対象とした。沿岸域においては“柵目状卵・稚仔採集調査”の機会を利用して産卵期中(漁期と一致する)に前後5回の投入を行い(Fig. 1-a)、沖合域においては1956年イワシ産卵調査の機会を利用して4月、5月の2回投入を行った(Fig. 1-b)。

投入数は海流瓶と海流封筒の効果比較試験を併せて行つたので、鶴人北北西線上においては、1点につき原則として海流瓶30本、海流封筒50枚宛投入した。ほかの海士埼、祿剛埼線上では、1点につき海流瓶30本に投入のみを行った。

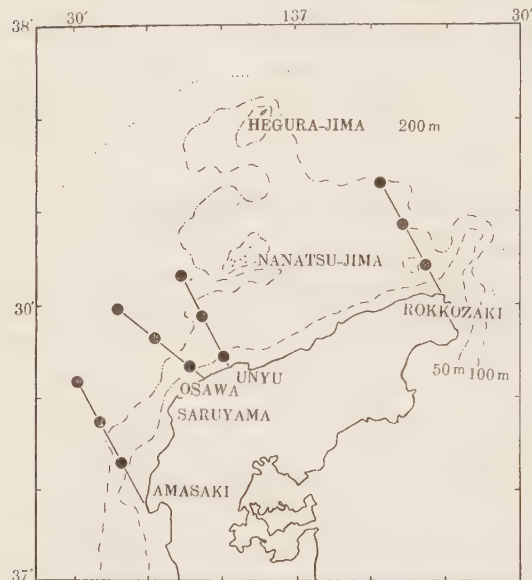


Fig. 1-a. Map showing the positions of releasing spots in the vicinity of sardine spawning area.

投入期口および拾得結果を Table 1 に示した。海流瓶では投入総数 1,190 本で拾得総数 636 本であり拾得率 53.5%を示し、海流封筒は投入総数999枚、拾得総数343枚で拾得率は34.3%であつた。産卵場附近の沿岸域で実施したもののうち、海流瓶で拾得率は平均55.2%となり、沖合域で投入したものについても50%以上でかなり高い拾得率を示している。この海域で行つて前年(1955年)の結果と比較してみると、4月分で約20%、5月分で10%それぞれ高い値を示している。

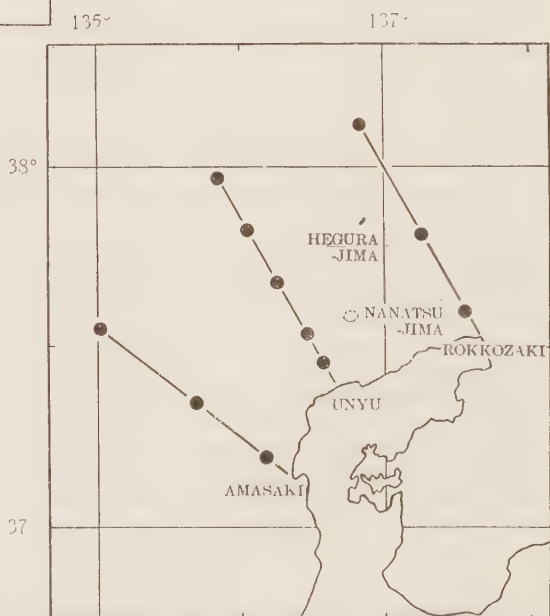


Fig. 1-b. Map showing the positions of releasing spots in the offshore region of the NW coasts of Noto Peninsula.

Table 1. Results of release experiments carried out in the
Noto Peninsula region in 1956.

	Date	Drift bottles				Drift envelopes			
		Number of relea- sing spo- ts	Number of bottl- es relea- sed	Number of bottl- es reco- vered	Percenta- ge ratio of recov- ery	Number of relea- sing spo- ts	Number of envel- opes rel- eased	Number of envel- opes re- covered	Percenta- ge ratio of recov- ery
Off-shore region	Apr. 12	5	149	77	51.7%	5	249	83	33.4%
	May 27-29	11	321	161	50.2	-	-	-	-
Coastal region	Apr. 12. 22	6	180	101	56.2	3	150	61	40.7
	28	3	90	54	60.0	3	150	49	32.7
	May 5	3	90	55	61.1	3	150	53	35.3
	15. 16	6	180	94	52.2	3	150	56	37.4
	20. 21	6	180	94	52.2	3	150	41	27.4
Total and mean			1190	636	53.5%		999	343	34.3%

Ⅱ. 漂 着 状 況

海流瓶と海流封筒の比較効果については、拾得率では差異はあるが、地域別の漂着割合についてみた場合には、ほとんど差がないということが明らかにされているので（等原，1957b），ここでは両者の資料を一緒にして用いる。

i) 産卵場を中心とした沿岸域で投入したものについて

投入点別の地域別漂着を Table 2 に示した。鶴入線において投入したものについてみると、4月21日投入分は、漂着総数の半数以上が新潟県から入道埼までの沿岸に漂着しており、4月28日投入分（大沢北西2, 7, 12 マイル）は、70%までが富山湾沿岸と新潟県から入道埼間の沿岸に漂着している。そして、両地域への割合は相半ばしている。5月5日、同16日投入分は、前記両地域への漂着はさらに多くなっており、その割合は5日に投入したものは新潟県から入道埼の沿岸に、16日に投入したものは富山湾沿岸に多い。5月21日投入分では富山湾沿岸には、さおめて少なく、新潟県から入道埼間沿岸に漂着したものが多く、表中、能登外浦岸に拾得が多いのは、投入直後に投入点附近で漁船によって多数拾い上げられたことによるものである。

海士埼線において4月22日に投入したものは、新潟県から入道埼沿岸に多く、緑剛埼線において投入したものについては、5月15日投入分は新潟県から入道埼間に、同20日投入分は、富山湾と新潟県から入道埼間沿岸に漂着している。

調査期を通じてみると、全漂着数の25%が富山湾の沿岸に漂着し、新潟県から入道埼間の沿岸には、もっとも多く39.6%が漂着している。入道埼以北の地域は比較的均等に漂着し、入道埼から権現埼間の沿岸には9.3%、北海道西岸へ北上し、その沿岸に漂着したものは4.2%であり、のこりは津軽海峡内に流入しており、8.5%が海峡内に、5.8%が海峡を流出して太平洋の北海道岸および三陸の沿岸に漂着している。

ii) 沖合域で投入したものについて

投入点別の漂着を Table 3 の a), b) に示した。まず、4月12日に投入したものについてみると、能登外浦岸に漂着したものは皆無であり、富山湾に認められるものも、これは5マイルの投入点からのもので、長手埼沖10マイルの海上で拾い上げられた海流瓶が1本あるに過ぎない。新潟県から入道埼間の沿岸には全体の60%が漂着しているが、これは巨岸20マイル以内の沿岸寄りの点で投入されたものが大部分である。これに反して、入道埼以北の地域に漂着しているものは、巨岸30, 40マイルの投入点からのものが多く、30マイル

Table 2. Results of release experiments carried out in the coastal region.

Localities of discovery	Releasing dates and spots														Total			
	NNW line off Unyu	NW line off Osawa	NNW line off Unyu						NNW line off Amasaki	NNW line off Rokkozaki								
			May 5		May 16		May 21			May 15	May 20							
			1	6 11M*	2	7 12M	1	6 11M			1	6 11M	3.5 8.5 13.5M	3.5 8.5 13.5M				
Open sea coast of Noto Penin.	5	0 0	0	1 0	0	0 0	7	0 0	28	2 2	5	0 0	0	0 0	0 0	50 (7.6)		
Toyama Bay	0	1 1	31	1 7	8	5 14	17	40	11	1	0 0	0	0 0	7	0 0	13 5 3	165 (25.0)	
Niigata Pref. to Nyudo-zaki	21	21 23	4	15 11	13	24 16	0	3	21	1	15	7	2	8 11	10	5 4	1 7 14	240 (39.6)
Nyudo-zaki to Gongen-zaki	0	6 6	2	4 5	4	5 4	0	0	1	1	1	7	1	1 4	0	1 2	0 0 0	61 (9.3)
Japan Sea coast of Hokkaido	0	3 3	1	2 2	2	0 1	0	0	1	0	4	1	1	1 0	0	2 2	0 0 2	28 (4.2)
Tsugaru Channel	2	6 8	2	4 4	3	2 2	0	1	0	0	5	7	0	2 2	0	1 5	0 0 0	56 (8.5)
Pacific Ocean	3	2 1	1	1 2	4	0 1	2	0	0	0	6	1	0	4 2	0	5 2	0 1 0	38 (5.8)
Total	118		103		108	104		89		44		46		46		46	658 (100)	

* Distance from the coast.

Table 3. Results of release experiments carried out in the off-shore region.

a) Released on April 12

		Localities of discovery							Total number of bottles and envelopes recovered
		Open sea coast of Noto Peninsula	Toyama Bay	Niigata Pref. to Nyudo-zaki	Nyudo-zaki to Gongen-zaki	Japan Sea coast of Hokkaido	Tsugaru Channel	Pacific Ocean	
NNW line off Unyu	5M*	0	1	30	3	0	6	1	41
	10	0	0	37	2	1	0	0	40
	20	0	0	26	4	0	3	1	34
	30	0	0	3	11	1	6	5	26
	40	0	0	0	1	0	8	10	19
	Total	(0 —)	(1 (0.6))	(96 (60.0))	(21 (13.1))	(2 (1.3))	(23 (14.4))	(17 (10.6))	(160 (100))

* Distance from the coast.

b) Released on May 27-29

		Localities of discovery							Total number of bottles and envelopes recovered
		Open sea coast of Noto Peninsula	Toyama Bay	Niigata Pref. to Nyudo-zaki	Nyudo-zaki to Gongen-zaki	Japan Sea coast of Hokkaido	Tsugaru Channel	Pacific Ocean	
NNW line off Unyu	5M*	0	12	6	0	0	1	0	19
	10	0	0	7	0	2	4	1	14
	20	3	0	1	0	2	2	4	12
	30	0	0	0	4	0	8	1	13
	40	0	0	0	0	1	22	1	24
	Total	(3 (3.7))	(12 (14.6))	(14 (17.1))	(4 (4.9))	(5 (6.1))	(37 (45.1))	(7 (8.5))	(82 (100))
NW line off Ama-saki	5M	0	2	12	0	2	0	0	16
	20	0	0	2	0	6	2	2	12
	40	0	0	2	0	4	2	1	9
	Total	(0 —)	(2 (5.4))	(16 (43.3))	(0 —)	(12 (32.4))	(4 (10.8))	(3 (8.1))	(37 (100))
NNW line off Rokko-zaki	5M	0	0	17	0	0	0	0	17
	20	0	0	1	2	4	1	2	10
	40	0	0	0	5	3	6	1	15
	Total	(0 —)	(0 —)	(18 (42.8))	(7 (16.7))	(7 (16.7))	(7 (16.7))	(3 (7.1))	(42 (100))
Grand total		(3 (1.9))	(14 (8.7))	(48 (29.8))	(11 (6.8))	(24 (14.9))	(48 (29.8))	(13 (8.1))	(161 (100))

* Distance from the coast.

ルの点で投入したものは漂着数の90%近くまでが、40マイルの点で投入したものでは100%が入道埼以北に漂着している。しかし、北海道西岸に漂着したものは、きわめて少なく、10マイルの点からの海流瓶で1本

30マイル点からの海流封筒が1枚漂着しているにすぎない。

5月27～29日に投入したものについてみると、全体としては、入道埼以北の遠方まで漂流したものの割合が4月に較べて多くなっている。四国海峡内には漂着総数の10%が漂着しており、新潟県から入道埼間の沿岸に漂着した割合と同率である。また、北海道沿岸における漂着も約15%となっている。これを投入点別にみると入道埼までの地域に漂着しているものは、だいたい巨岸10マイルまでの沿岸寄りの投入点からのものがほとんどであり、富山湾の沿岸には、海上埼、鵜入線上の5マイルの点で投入されたもののみである。鵜入線20マイルで投入された海流瓶で能登外浦岸で拾得されたものが3本あるが、これはいずれも触倉島に漂着したものである。入道埼以北の地域へは巨岸5マイルの投入点を除いた各投入点からのものが漂着しているが、20マイルより沖合の点からのものが多い。

Ⅳ. 考 察

能登近海のマイワシ産卵場を中心とした沿岸において投入された海流瓶・海流封筒の漂着状況は、投入時によつて異つた傾向を示し、また、同一投入時のものについても、投入点によつて、その漂着状況が異なっている。わずかに巨岸11マイルという狭い海域にかかわらず、このような現象が認められることは、気象（風向、風力）の変化および潮汐流などの影響と相俟つて、沿岸域における表層流の変化の大きいことを示すものと考えられる。

4月21日に投入したもので、鵜入沖1マイルの点で投入された海流瓶のうち、北西方に漂流して投入17時間後に沖合約7マイルの海上で5本拾得されている。また、5月21日に投入した同じく鵜入沖1マイルの点の海流封筒についても、投入直後に海上で拾い上げられたものを除いて、かなりの日数を経過して（約1カ月）能登外浦岸に漂着した。また、投入点よりも南下して猿山岬沖3マイルの海上で、投入26日後に拾い上げられたものがある。これらの事実から推して、能登北西岸において沿岸反流の存在が考えられるようである。なお、このような沿岸反流の存在が想定される時期には、前述したように、富山湾沿岸に海流瓶・海流封筒の漂着がきわめて少ないことは注目し直しよう。

投入期日ごとの漂着総数に対する各地域の漂着の割合（Table 4）からみて、沿岸域における表層流の主流は全期を通じて禄剛埼附近から佐渡海峡方面に流れていたものと思われる。一方、その分派の富山湾に流入するものは、4月中旬ごろまでは劣勢であったが、4月下旬ごろより強勢になっているようである。

Table 4. Drift of the bottles and envelopes released along the NNM line off Unyu, Noto Peninsula.

Date	Number of bottles and envelopes recovered	Localities of discovery					
		Open sea coast of Noto Peninsula	Toyama Bay	Niigata Pref. to Nyudo-zaki	Nyudo-zaki to Gongen-zaki	Japan Sea coast of Hokkaido	Tsugaru Channel
Apr. 12	160	—%	0.6%	60.0%	13.1%	1.3%	25.0%
21	118	4.2	1.7	55.0	15.3	5.1	18.7
28	103	1.0	37.9	32.0	10.7	4.8	13.6
May 5	108	—	25.0	49.1	12.0	2.8	11.1
16	104	6.7	65.3	23.1	1.0	1.0	2.9
21	89	39.0	1.1	25.8	10.1	5.6	21.4
28	82	3.7	14.6	17.1	4.9	6.1	53.6

また、4月中旬、5月下旬の投入結果では、沿岸域の流れの一部は鵜入～輪島海域で沖合に転化し、触倉島方面に向つて流れたものがある。このことは、投入当時の“柗目状卵・稚仔採集調査”結果による、マイ

ワカサギ・稚仔の stage 別の分布型からみれば、4月21日、5月21日の場合は沖合に移行する型、4月21日・5月5日、5月16日の場合は沿岸に沿って移行する型が示されていること（Table 1）も考慮される（田中、1956）。

1955年春季の能登沿岸域における表層流の状況は、4月には能登外浦の5マイル沖を中心としてごく沿岸を流れ、隼剛崎寄りに富山湾に流入して佐渡海峡を北上していたと考えられ、巾もせまく流速も小さかった。5月下旬になると、能登西方では、沿岸流はかなり広範囲に沖合にまで拡がり、隼剛崎附近で収斂して富山湾に強勢に流入している（等原、1957a）。今年も同様に、常に述べたように、その主流は隼剛崎附近から佐渡海峡方面に向っていたと考えられ前年とは異つている。

能登北西岸30マイルより沖合で投入されたものは、そのほとんどが入道崎以北の地域に漂着していることから、投入点附近より北東に漂流して佐渡の沖合を通つたものと思われる。4月12日に鶴入北北西40マイルの点で投入した海流瓶のうち、投入14日後に北海道亀田郡戸井村沖合で3本が拾い上げられている。

仮に最短距離を漂流経路として、その漂流速度を求めてみると 0.96kt を示すことになり、これはきわめて短期日のうちに長距離を漂流した記録として注目される。また、5月28日に同じく鶴入北北西40マイルの点で投入した海流瓶30本のうち、23本が津軽海峡内に流入し、とくに、北海道上磯郡木古内町を中心としてその附近の沿岸に20本が漂着し、投入後26～28日の3日間に拾得されていることが注目される。これは能登で投入されたものが、北海道まで分散することなく漂着したことを示し、近年いわれる暖流の強流帯の存在が問題となつているとき、その実存を示す貴重な資料というべきであらう。

対馬暖流が津軽海峡西口附近で北海道西岸を北上するものと、津軽海峡に流入するものとに分岐する状況は、年によつても、また、時期によつても変化がはげしい。1956年春季に、津軽海峡西口周辺において海流瓶の投入による調査が行われている。その結果によると、だいたい沿岸部のものは津軽海峡に向うものが多いが、戸作崎西方においては、10～20マイルより沖合のものはほとんどが北海道西岸に北上している。このことから、津軽海峡西口附近における分岐境界域は沿岸寄りになり、暖流の巾は非常に狭くなつていたものと思われる（川上、1957；田名部、1958）。

能登北西海域で行つた投入開目ことの漂着総数に対する北海道西岸と津軽海峡内に流入し（太平洋に流出したものを含む）漂着したものの割合をみると（Table 4）、海峡内に流入する割合がはるかに大きくなつてゐる。したがつて、これから、能登北西沖合から漂流してきた海流瓶・海流封筒は、津軽海峡西口附近に達する前の海域（入道崎附近）ですでに10～20マイルより沿岸寄りに近接していたものと推定されるのである。北海道西岸への北上と、津軽海峡内に流入する近年の変化についてみると（Table 5）、1954、1955、1956年と順次海峡内への割合が大きくなつてゐることが注目される。

Table 5. Devided delivery of the drift bottles at the west entrance of the Tsugaru Channel to the west coasts of Hokkaido and within the channel.

Year	Releasing spot	Number of bottles reached the west entrance	Percentage delivery to	
			Japan Sea coasts of Hokkaido	Within the Tsugaru Channel
1954	NW 28 miles off Noto Peninsula	20	45.0%	55.0%
1955	NW 45 miles off Noto Peninsula	123	33.4	66.6
1956	NW 40 miles off Noto Peninsula	112	22.3	77.7

つぎに、大羽イワシの産卵状況ならびに漁場についてふれてみる。近年の能登近海における大羽イワシ流刺網の漁期は、4月中旬に始まり5月下旬終漁するのが普通である。漁場は猿山岬—七ツ島—輪島を結ぶ海域が主漁場で、漁期を通じてほぼ一定している。また、その漁場はマイワシの主産卵場とはほぼ一致し、漁期、盛漁期は産卵期、産卵盛期に一致しているのが常である。

1956年の漁期中の漁場の位置およびその推移については、Fig. 2 に示した通りで、全体としてみれば、

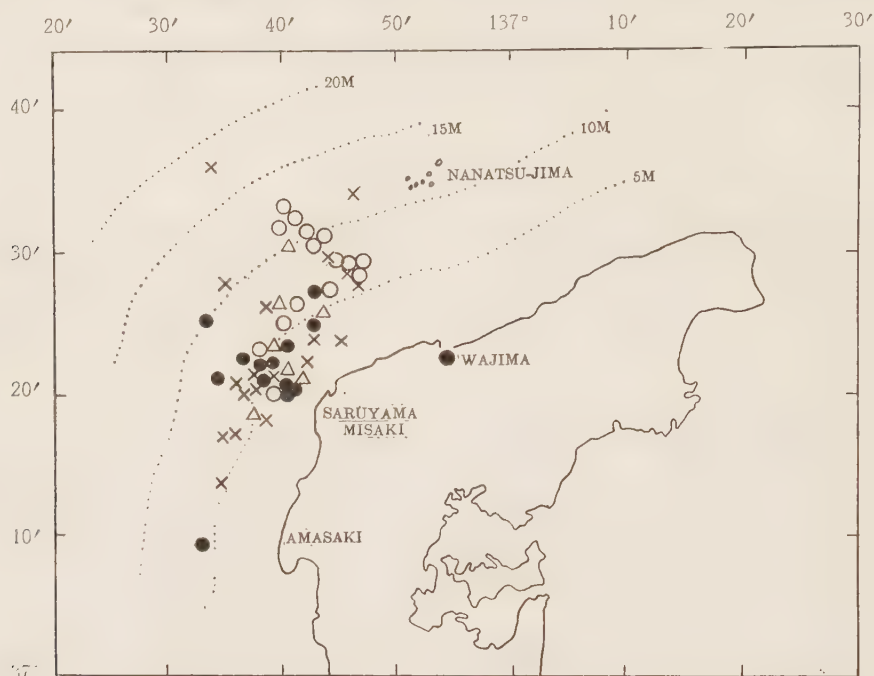


Fig. 2. Map showing the location of the fishing grounds of sardine drift gill nets in the adjacent seas of Noto Peninsula in 1956 season (April to May). The dotted lines are contours of equal distance from the seashore.

● April 19~30 ○ May 11~20
× May 1~10 △ May 21~30

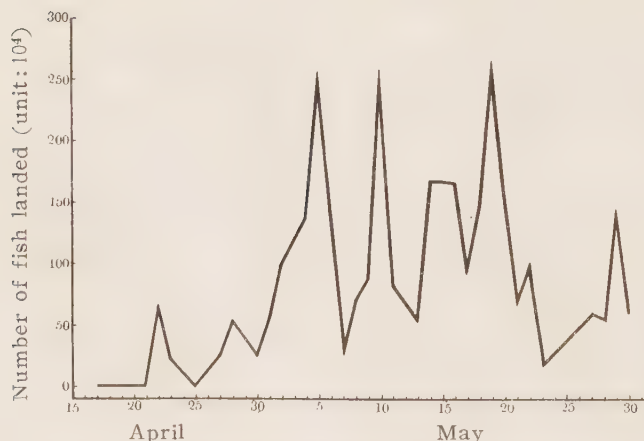


Fig. 3. Daily landing of sardine at Wajima Port in 1956 season (April to May).

漁場は巨岸20マイル以内に形成されていたことになる。一方、輪島港におけるマイワシの日別水揚げ高（資料は漁協組の水揚げ台帳による。管下操業船は約220隻）から漁期の推移をみると（Fig. 3）、4月中はあまり漁獲なく、5月に入つて急激に増加し、5日～19日ころの間に漁獲の山があり、以後次第に減少して終漁している。

これらの漁場および漁期の推移から、今春の能登周辺におけるマイワシの産卵期、産卵場については、4月中旬ころより産卵が行わ

れ、産卵が比較的多く行われたのは5月中であり、とくに、5月5日～20ころの間に最も多く行われたものと考えられる。その海域は、4月中は猿山岬沖の5マイル附近であり、5月に入つて20日ころまでは比較的沖合に拡がり、とくに、輪島北西5～13マイル附近にあり、下旬には再び沿岸寄りにおいて産卵場が形成されたものと推定される。

全体としては、産卵海域は沿岸20マイル以内であるので、ここに産卵された卵・稚仔は佐渡沖側に運ばれるものはきわめて少なく、そのほとんどが富山湾内と佐渡海峡附近に移行したであろう。これを時期別にみると、1月中旬ころまでに産卵された卵・稚仔の多くは佐渡海峡附近に運ばれ、富山湾に移行するものはきわめて少なく、4月下旬以降は富山湾に流れこむものは次第に多くなり、海流瓶・海流封筒の漂着割合から推して、富山湾内、佐渡海峡に移行する割合は相半ばしていたものと思われる。5月下旬にはまた、富山湾内に運ばれたものは少なく、佐渡海峡附近に多くが移行し、一部は、舢舨島附近の沖合に運ばれ北東に移行したのもあつたであろう。

1955年は5月に産卵されたものは、そのほとんどが富山湾内に運ばれたと考えられるのに対して（笠原，1957a），今年はむしろ佐渡海峡附近に運ばれる割合が多かつたと考えられ、年によつて卵・稚仔の移行はかなり異つた状況を示すもののようである。

富山湾内に運ばれたものは、湾内にながく滞留し、そこで成長を続けると考えられるが、佐渡海峡附近に運ばれたものは、さらに北上し、多くは津軽海峡附近まで運ばれることが予測される。そしてさらに、ここからは北海道西岸に移行するものは少なく、その大部分は海峡内に流れこむように思われる。その移流の割合は年によつて異なるが、1954年以降海峡内に移行するものが多くなつていのではないかと推定される。

かように年により、また、漁期により放出された卵の移行は大きく変化することが推察されるが、その移行の相違が卵・稚仔の生残りにいかなる影響を与え、かつまた、将来の日本海の大羽イサナの資源量に対して、いかなる変化をもたらすかは、水産資源研究の重要課題であるが、これらの点に関しては現在のところ研究がまだ不十分であり、今後に解決すべき問題として残されている。

V. 摘 要

1956年春季能登近海におけるマイワシの産卵場を中心とした海域において、海流瓶・海流封筒の投入を行い、その結果に基いて表層流ならびにマイワシ卵・稚仔の移行について考察した。

1. 投入期日時、投入点によつて漂着状況が異り、沿岸域における表層流の変化の大きいことが推定された。

2. 沿岸域における表層流の主流は佐渡海峡に流れていた模様で、富山湾への流れは4月中旬までは劣勢であつたが、下旬ころより増勢していたものと推定された。

3. 能登北西岸30マイルより沖合における流れは、佐渡沖合を北上し、入道崎附近にて陸岸に接続しているようである。この流れはかなり強勢であつたと推定される。

4. 能登沿岸において産卵されたマイワシの卵・稚仔の多くは、富山湾、佐渡海峡附近に運ばれたものと思われるが、産卵の時期によつて、その移行はかなり変化することが推定された。

文 献

伊 東 祐 方（未発表）．能登周辺における櫛目状卵・稚仔採集調査結果．

川上喜代四（1957）．津軽海峡西口における海流瓶投入結果について（第1報）．日海産会誌，13（4）．

笠 原 昭 吾（1957a）．1955年日本海北部海域における表層流について——とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係．日水研年報，（3）．

笠 原 昭 吾（1957b）．表層流調査に用いられる海流瓶と海流封筒の効果比較について．日水研年報，（3）．

田名部政春・鶴川正雄（1958）．青森県の海況と漁況について、対馬暖流開発調査報告書、第1輯（海況漁況編）．

日水研年報 (4) : 87-103, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4) : 87-103, 1958.

ネット採集によるプランクトン標本中にみられるマイワシ卵 の卵黄崩壊現象とそれに関連した 2, 3 の問題

西 村 三 郎

Occurrence of the Abnormal Sardine Eggs in the Plankton Sample Obtained by Net Hauling, with Some Ecological Notes Thereupon

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

1. The abnormal or deteriorated sardine eggs, *i. e.*, those eggs which have their vitelline membrane go to a rupture followed by the ejection of yolk matter into the perivitelline space, as often found in the plankton-net catches are considered due to the death possibly caused by mechanical agitation in the sampling process and consequently supposed to have floated in sea water in a condition as healthy as the normally developing eggs just until sampling. It need not therefore separate these two categories, normal and abnormal, when count is made of the number of sampled eggs.

2. It may be mentioned, by referring to the occurrence of abnormal eggs following the developmental stages, that the resistance of sardine eggs to mechanical stimuli such as vibration, shock and pressure is rather strong just after fertilization, weak during the period from the cleavage stage to the closure of blastopore, and lastly very strong from the closure of blastopore onwards. This pattern of variation by developmental stages in the resistance power to mechanical stimuli is just the same as what has been observed in the developing eggs of such fishes as salmon, trout and cod.

3. The duration of the so-called critical period which may extend from the cleavage stage to the closure of blastopore is rather short in the sardine egg under the water temperature commonly met with on spawning grounds, and consequently is it considered that the probability with which the sardine egg encounters during such short-time period with so intensive mechanical agitation of wind waves and rain-falls as to destroy the egg may be undoubtedly low, with the conclusion reached that natural mortality of sardine eggs due to these mechanical causes may not be so high.

I. ま え が き

プランクトン・ネットによつて海水中より採集されたマイワシ *Sardinops melanosticta* の卵群を鏡鏡していると、正常に發育した卵にまじつて、卵黄が崩壊して围卵腔が白濁しているものを見出すことが稀でない。この白濁卵（以後、卵黄が崩壊して围卵腔が白濁している卵をこのように呼ぶことにする）の出現率は、のちにのべるように、時にさかみに高い値に達することがあり、さらに、白濁卵はマイワシのほか、ウルメイワシ、カタクチイワシ、マサバ、その他の魚種の卵においても観察されている。研究者によつて、この白濁卵を正常卵と區別して計数したり、あるいは、暗黙のうちに白濁化はネット採集の際の擾乱によるものと仮定して、正常卵と區別せずに計数したりしているが、いずれにしても、その白濁化の原因についてはとくに詳しく吟味はされていないようである。この白濁化がネット採集によつてひきおこされたものであるか、あるいはまた、採集以前にすでに海水中においてなされた他の原因で死亡して白濁化していたものであるかを明らかにすることは、卵の採集量から産卵量を推定する際において、また印明における自然減耗の度を推定するに当つても、さかめて重要な問題点であると思われる。

筆者は、マイワシ卵を材料としてこの点に関して若干の考察をおこし、また白濁卵の発生段階別の出現状況について調査し、さらにこれに関連ある2,3の生態学の問題についても考察したので、ここにその結果をとりまとめて報告する。

本論に進むにさきだも、御校閲・御批判を賜はつた日本海区水産研究所の加藤源治および伊東祐力の両氏、卵の採集に御援助をいただいた同し研究所の波辺和春および茅原昭吾の両氏に深甚の謝意を捧げる。

II. 資 料

資料として用いたマイワシ卵は、1955—55年の4月から5月にかけて、能登半島沿海のマイワシ産卵場から採集されたものである。採集は垂直曳（vertical haul）と水平流し（horizontal drift）の2方法によつた。前者の方法は、⑨ ネット（口径 45cm、円錐部の長さ 85cm、網目の大きさはミューラー・ガーゼ No. 3 に近い）を所定の深さ（50m、150m、あるいは海底直上）から表面まで 1—2 m/sec の速度で垂直に曳き揚げて採集するものである。後者の水平流しとは、口径 20cm、円錐部の長さ 100cm の小型プランクトン・ネット7個あるいは6個をロープで連結し、その遊離端に錘をつけて海水中に垂下し、船を固定して、海流によつて運ばれてくるプランクトンを深度の異なる7層あるいは6層において波過して採集する方法である（詳細に関しては西村（1957b）、あるいは NISHIMURA（1957a）を参照されたい）。これらのネットのガーゼは⑨ ネット用のものを用いた。ネットを流す時間は30分とした。

採集されたプランクトンはただちにソオルマリンで固定し、研究室に持ち帰つてから、その中に含まれているマイワシ卵を摘出し、発生段階によつておき、それぞれの段階ごとに正常卵と白濁卵との数を数えた。

発生段階の分けかたは次のようにした：

AA ……卵殻がまだ扨挙しない時期で、受精後から卵割期のはじめまで

AM ……卵殻が扨挙してから桑実期まで

Aa ……桑実期以後、卵を側面から観察して胚膜がその外縁に直交する卵黄の直径の $\frac{1}{2}$ を占めるまでの期間

Ab ……Aa 以後、卵黄の直径を前述の方法で観察して、その $\frac{1}{2}$ が胚膜によつて被われるまでの期間

Ac ……Ab 以後、胚膜が卵黄の全面を被い、胚口が閉鎖するまでの期間

Ba-b ……胚口が閉鎖してから、尾芽の先端が油球付近に達し、まだ尾芽の隆起が顕著でない期間

Bc ……尾芽が顕著に隆起し、その先端が卵黄を離れるまでの期間

Ca ……尾芽が卵黄から離れて伸長し、その遊離した部分の長さが卵黄に密着した胚体の長さの $\frac{1}{2}$ になるまでの期間

Cb ……同じく尾芽の遊離部分の長さが胚体の密着部分の長さと同しくなるまでの期間

Cc ……Cb 以後、孵化するまでの期間

時に **Ca** と **Cb** とを合一して **Ca-b** として表わしたこともある。

白濁卵と正常卵との区別については倍率 20 倍の解剖顕微鏡で観察して、卵 (ovum) の表層原形質膜 (vitelline membrane) が破れて、そこから卵黄物質あるいは油球がすこしでも囲卵腔内に放出されていると認められるものはすべて白濁卵として扱うことにした。

以上のような基準の下に材料を整理した結果を第 1～3 表に示す。このうち第 1 表と第 2 表とは垂直曳による採集結果であり、第 3 表は水平流しによる採集結果である。なお、若干の採集において、発生段階の判定しがたい卵が少数づつ含まれていたが、これらは分類不可能 (unclassified) として表中に示しておいた。これらの卵は少数であるので、考察から除いても結果にはほとんど影響を及ぼさないと思われる。

Ⅲ. どの発生段階において卵黄崩壊が起りやすいか

第 1～3 表をみてわかることは、マイワシ卵の卵黄崩壊は、もちろん、各採集毎にその出現の度合は多少変動はするが、一般的傾向として、それは全発生段階を通じて平均に起るのではなくて、ある特定の期間すなわち：**AA** 期から **Ac** 期までの間、とくに **Aa** 期から **Ac** 期までの間に多数出現し、それ以後の発生段階では、これに比較してきわめて少数しか出現しないということである。卵黄崩壊を起した卵はおそらくただちに死亡し、それ以上発生を進めないと考えられるから、崩壊の原因がなににてもあれ、それに対する胚の抵抗性は受精直後はやや強いが間もなく低下し、**Aa** 期つまり肝盤形成期から **Ac** 期つまり胚孔閉鎖期までは非常に弱く、胚孔閉鎖後はきわめて強くなるといえるわけである。

Ⅳ. 卵黄崩壊現象の観察

ここで、卵黄崩壊を起した卵はその結果としてどのような形態を示すか、またそれはどのような過程をへておこなわれるものと考えられるかについて、検鏡の結果判明したことがらをのべるが、その前に、マイワシ正常卵の一般的な構造について簡単にのべておこう。

マイワシ卵の卵殻 (egg capsule) の直径は 1.2～1.6 mm 前後、卵 (ovum) の直径は 0.6～0.8 mm 前後あり、囲卵腔はきわめて広い。囲卵腔は囲卵腔液によって満たされ、その組成は海水のそれに近いと考えられる。卵黄は多数の多少角ばった楕円体、時に球形の小塊 (以後、これを卵黄小塊と呼ぶ) がモザイク状に組み合わされたものからなり、表面からみると亀甲状の裂目が卵黄全体をおおっているようにみえる。なお、卵黄の植物極付近には 1 個の油球 (oil globule) がある。

さて、卵黄崩壊のありさまについては、もつとも普通にみられる **Aa** 期におけるそれと **Ac** 期におけるそれ、およびそれらとはやや異なつた性格を示す **AA** 期における崩壊についてのべることにする (第 1～3 図)。

1. **Aa** 期における卵黄崩壊

この発生段階にあるマイワシ卵の白濁化は次のふたつの過程をへておこなわれるものであることが推定される：

- i) 胚盤の周辺部の下から表層原形質膜を破つて卵黄小塊が囲卵腔中にとびだす。
- ii) 植物極にある油球がその部分の表層原形質膜を破つて囲卵腔中にとびだし、さらにその孔から卵黄小塊がとびだす。

このふたつの過程がそれぞれ単独におこっている白濁卵もあれば、両者が同時におこっているものもある。また、ii) の形式によく似ているが、油球が囲卵腔中にとびだしていないが、まさにとびだそうとしている状態 (油球が内側から圧迫されて原形質膜をおしあげている状態) のものもよくみられる。さらに、囲卵腔中にとびだした卵黄小塊の状態については次の 2 型が区別される：

- a) とびだした卵黄小塊がそのまま囲卵腔中に分散しているもの。
- b) とびだした卵黄小塊が崩壊して囲卵腔の一部あるいは全部が一樣に白濁・不透明となつているもの。

この 2 型がそれぞれ単独に現われているものもあるが、両者が組み合わされて、とびだした卵黄小塊の一部分が崩壊しているものが多い。そして、卵黄内にある卵黄小塊は前述したように多少角ばつたものが多い。

のであるが、围卵腔中にとびだした卵黄小塊はほぼ真球形であり、これはおそらく海水にふれてから膨潤したものであらうと思われる。さらに膨潤が進めば破裂・崩壊するであらうと考えられるが、この過程を思わせる像もみられる。

2. Ac 期における卵黄崩壊

Ac 期では、ほとんどすべてが胚孔からの卵黄小塊のとびだし、およびその崩壊によつて白濁化がおこっている。また、胚孔が油球の近くに開いているので、油球がそこから围卵腔内へとびだしているものが多い。

3. Aa 期における卵黄崩壊

げんみつにいうと、Aa 期の白濁卵には次のふたつの型がみられる：

- i) 卵の表層原形質膜が破れて、そこから卵黄小塊が围卵腔中にとびだし、その一部が崩壊して白濁・不透明となつているもの。原形質膜の破れの位置はこの場合には一定していない。
- ii) 卵はほとんど完全で、表層原形質膜の破れも観察されず、ただ围卵腔がかすかに白濁しているもの。卵黄小塊の围卵腔内への放出はまつたくみられない。

そしてここでは、すでにのべた基準に従つて、これらのうちの i) のみを白濁卵として扱つた。この i) の型式の白濁化が、Aa 期以後にみられるそれと崩壊過程において相同的であり、ii) の型式はこれとは異なる性格のもの（おそらく、フオルマリン溶液に保存中に卵黄物質が围卵腔液中にしみ出したものであらう）と考えられるからである。もし、ii) をも白濁卵のカテゴリーのなかに入れるとすれば、Aa 期における白濁卵の出現率は、1953年4月25日採集した卵群の場合、91.7%となつて、Aa 期におけるそれとほとんどかわりないことになる（第1表参照）。

以上を要約すると、卵黄崩壊はいずれの段階においても表層原形質膜の破れと、そこから围卵腔内へ卵黄小塊がとびだし、さらに膨潤・崩壊することによつてひきおこされているものであるといえる。表層原形質膜の破れの位置はAa 期を除いてはほぼきまつている。卵が胚膜で完全に被われてしまうとほとんど崩壊がおこらなくなるのである。

V. 卵黄崩壊の原因について

マイワシ卵の卵黄崩壊をひきおこす原因について考察するに当つては、まずそれが採集以前のものか、あるいは採集・固定の過程のなかにあるものかが問題となるが、これについては、次のような理由から、採集・固定の過程のなかにあるとするのが妥当であると判断される。

1. 白濁卵と、それと同一の age category* に属すると判断される正常卵との間には発生過程の差がほとんど認められない。このことは、白濁化は採集・固定の過程におこつたか、あるいは、それ以前におこつたとしても採集のおこなわれる直前であることを示す。いま、この後の場合が正しいと仮定して白濁卵群の大きな部分が採集直前のある自然要因によるものとすれば、Aa-Ac 期においては常に高い白濁卵の出現がみられることから、この要因による死亡のみを考えてもこの発生段階におけるマイワシ卵の瞬間死亡係数は著しく高いものとなり、これはわれわれのすでに得ている知見とあいひれない** したがつて、白濁化の原因は採集・固定の過程にあると考えるほうが妥当である。

2. マイワシ卵は生きている間は浮游しているが、死ぬと比重が大きくなつて沈降する（小林, 1944）。これは浮游性魚卵について一般的にいえることである（SHELBOURNE, 1956）。卵黄崩壊をおこしたマイワシ卵はおそらくだちに死ぬと考えられるから、早晩沈降するとして間違いないであらう。ところが、第3表によれば、水面下2~3 m層からも白濁卵はAa およびAc 期において、それが量的取扱いを許すほど多数

* ある任意の日に放出・授精された卵群はすべて同一の age category に属すると定義される。マイワシの放卵時刻は1日のうちのきわめて短い限定された時間であることが知られている（伊東・ほか, 1951, 参照）。

** たとえば、この発生期間において、卵は毎時10%づつ死亡・白濁してゆくものとすれば（この値が過小に偏っているであらうことは白濁卵の出現率からみて明らかである）、この期間の継続時間は後のべるように3~50時間であるから、胚孔閉鎖直後まで生き残る卵数は受精時のその5~0.7%と計算される。ところが、じつさいの採集結果からは、この段階まで生き残るものは受精時のその50%以上であり、さらに、前期稚仔期まで生き残るものも10%以上であると推定されている（中井・ほか, 1955）。

に採集された場合には、常に11~97%の高い率で出現していることがわかる。いま、死亡卵の海水中における沈降運動に対して STOKES の粘性抵抗の法則が適用できると仮定すれば (IMAI, 1955), 死亡卵と海水との比重差を 0.001 以上* とした場合の平均沈降速度は 1mm/sec 以上と計算される。

すなわち、海面近くに convection cell (WOODCOCK, 1941; STOMMEL, 1949) が発達して沈降中の卵群がそれに捕獲され、なかく保持されることがなければ (海中においては水は乱流状態にあるので、いったん cell 中に捕獲された卵群も乱流交換によってしだいに失われてゆくであろう)、海面において自然死亡した卵群は徐々に沈降していき、1 時間後にはその重心の位置は海面下 3~4m 以上のところにくると考えられる。したがって、白濁化の原因が採集・固定以前の自然過程のなかにあるとすれば、新たな死亡によって補給されないかぎり、乱流拡散によってその分布が均一化されるとはいえ、海面およびその直下においては白濁卵は早晩みられなくなるであろう。ところが、じつさいは、ほとんど常に (沈降卵の捕獲・保持にもつとも効果的であると考えられる “streaks” の間隔が数~10 数 m の convection cell の発達がまったく認められない場合においても)、11~97%、多くの場合には 20~40% もの高率で白濁卵 (Aa—Ac 期) が海面直下の 2~3 m 層にみられるということは、この発生段階にあるマイワシ卵は海面およびその直下で、たえず沈降による喪失とほぼ同じ速度で死亡・白濁化しつづけると考えなければならないことを示す。そして、上にのべたような沈降速度と白濁卵の出現率とを考慮すると、この帰結はわれわれの既知の経験とあいまいでないことは 1 の場合と同様である。

3. 前節において、2, 3 の発生段階における卵黄崩壊のおこりかたについてのべたが、それによると、崩壊は卵に対して圧力あるいは擾乱が加えられたためにおこったのではないかと考えさせる要素が多い。とくに、Aa 期および Ac 期において油球が卵の表層原形質膜を破つて、あるいは胚孔の部分からその原形質膜を破つて卵腔中にとびだしている例が多くみられることは、卵に対してかなり強い圧力が加えられたためと考えさせる。もし、はたして圧縮あるいは機械的擾乱が卵黄崩壊の原因であるならば、このような刺戟は採集の過程中には著しく強く作用することが予想される：すなわち、卵がネットのガーゼに押しつけられ水の流圧を受けて卵黄が強く圧縮されること、および、ネットのコーン中における渦乱流によって卵が加速度を得てその結果卵黄の内部構造が擾乱されることなどが考えられる。いづれにせよ、これに対して、海中にある場合に卵がこのような機械的刺戟を受ける可能性は大きいとは考えられず、また、たとえ受ける場合があるとしても、その範囲は限られ、その強度も一般には大きいものとは考えられない。すなわち、自然におけるこのような刺戟の源として考えられるのは、風波の飛沫による衝撃・振動、雨滴による衝撃、航行する船舶のスクリューによる擾乱、魚などの游泳行動による擾乱などであるが、これらのうち、最後のものを除いては、海面あるいはその直下に浮游しているマイワシ卵に対してのみ作用するものであり、魚などの游泳行動による擾乱は深いところに浮游している卵に対しても作用するが**、その強度は大きいものとは考えられない。船舶のスクリューによる擾乱はネット採集時におけるそれをしのぐほどの大きさであるかもしれないが、それを受けるマイワシ卵は海中に存在する卵全体のうちのきわめて小さい部分にしかすぎないであろう。風波による衝撃および擾乱については、海面状態が悪くなればなるほど大きくなると考えられるが、そのような場合には、マイワシ卵は増大した乱流拡散のために海面からかなりの深度にいたるまでほぼ一様に垂直分布するようになり、衝撃・擾乱の影響を受ける卵は全体のうちのごく一部分にしかすぎなくなると考えられる。これと同様なことは雨滴による衝撃の場合にもいえる。いづれにしても、これらの原因の影響は著しいものとは考えられないうえに、さらに、これらの要因がほとんど作用していないと思われる時にも白濁卵は海面近くから採集されたサンプル中に多量に見出される (第 9 表参照) ことは、白濁化は卵が海中に浮游している間に上述のような機械的刺戟が作用してひきおこすのであるとする見解を支持しがたいものとする。

以上のべてきたところから明らかなように、卵の白濁化の原因は採集・固定の操作中に存在すると考えられる。すなわち、白濁卵は採集されるまでは正常卵と同様に健全な状態で海中に浮游していたものと考えられる。したがって、白濁卵の多くのもの (正常卵と発生程度が同じであるもの) は正常卵と区別して計数す

* 補註 (p. 93) を参照されたい。

** マイワシ卵がかなり深い層にまで浮游していることについては西村 (1957b), あるいは NISHIMURA (1957b) を参照されたい。

る必要はないわけである。

かつて、カリフォルニア・サージン *Sardinops caerulea* の abnormal egg (AHLSTROM (1948) によれば、その出現率は時に 45 % にも達することがある。OPPENHEIMER (1955) によると、abnormal egg は “cloudy appearance” を呈していることによつて正常卵と区別されるというから、われわれのいう白濁卵と同じものと考えられる) について、OPPENHEIMER (1955) は、その大きな部分が海水中の病原性バクテリアによつて感染されて自然死亡した卵よりなるのであろうとのべているが、筆者はこの見解に対しては疑問を抱いている。AHLSTROM (1954) が与えたカリフォルニア・サージンの卵・稚仔期における生残り曲線を、MARR (1956) による注釈を考慮に入れつつ検討してみると、さきにマイワシについてのべたのと同じことがこの場合にもいえるからである。おそらく、AHLSTROM (1948) らのいう abnormal egg も、その大多数は（全部ではないにしても）採集・固定の操作によつて人為的に生じたものであろうと思う*。

VI. 一般的考察

種々の外的刺激に対する胚の抵抗性に関する研究は主として淡水魚、とくにサケ・マス類の卵についてなされてきた。いま、振動、衝撃などの機械的刺激に対する抵抗性の研究の若干を挙げてみると、中野・川尻 (1924) はマス *Oncorhynchus masou* の卵について落下による衝撃に対する胚の抵抗力を調べたが、その結果、受精直後は比較的強く、発生の進展とともに抵抗力は急激に減じ、胚体形成期前後がもつとも弱く、その後は次第に抵抗力を増し、発眼期以後はきわめて強くなることが判明した。畑 (1927, 1929) はマスおよびニジマス *Salmo irideus* の卵について振動に対する胚の抵抗性を調べて、受精直後は比較的強く、その後次第に弱くなり、眼胞原基がやや発達する頃に最低となり、その後は急激に抵抗力が増大することを見た。ROLLEFSEN (1932) は大西洋産マダラ *Gadus morrhua* の卵の落下による衝撃に対する抵抗力の変化について上とまったく同様な事実を観察し、発眼期以後の抵抗力の増大は卵が胚膜によつて完全に被われることによるとした。HAYES & ARMSTRONG (1942) および BATTLE (1944) によれば、大西洋のサケ *Salmo salar* およびカワマス *Salvelinus fontinalis* の卵には死亡率の高い時期が 2 回あり、ひとつは卵割期から発眼期までの間、他のひとつは孵化直前であるという。そして、発眼以前における高い死亡は卵の表層原形質膜の破れ (rupture) に起因すると考えられており、このような死亡は光、振動、加圧、加熱、冷却、電撃などの種々の刺激によつて同様にひきおこされるものであることが確められた (HAYES, 1949; AFFLECK, 1953; GODFREY, 1957)。発眼期以後の抵抗力の増大は、卵が胚膜によつて完全に被われてしまうことによつて達せられるのであるという (HAYES, 1949)。また、孵化直前の高い死亡は酸素の供給不十分による胚の窒息によるらしく、発眼以前における死亡とはややその性格を異にしている。電撃、振動などの刺激に対する抵抗性はこの時期には非常に高い (HAYES, 1949; GODFREY, 1957)。

以上の結果からみると、サケ・マス類およびマダラの卵の機械的刺激に対する抵抗力は卵割期まではやや強く、その後減少して最低の状態となるが、胚孔閉鎖期あるいは発眼期以後にはきわめて強くなることがいえる。白濁卵の出現状況から推定されたマイワシ卵の外的刺激に対する抵抗性の変化はまさにこれと一致する**。そして、上にのべた HAYES (1949) その他の研究を考慮すると、マイワシ卵の胚の抵抗力は機械的刺激のみならず光・熱的刺激に対してもまた上述のような変化をたどるのであろうと想像される。したがって一般的に、化学的刺激以外の外的刺激に対するマイワシ卵の危機期は受精後胚孔閉鎖まで、とくに胚盤形成以後胚孔閉鎖までの期間であるということが許されるであろう。

カリフォルニア・サージンに関する AHLSTROM (1943) の研究によれば、受精後胚孔閉鎖までの継続時間は、もちろん、水温によつて相違するが、産卵場で普通に遭遇する水温下ではだいたい次のように推定されている：

* その後、Dr. E. H. AHLSTROM (合衆国魚類野生生物局) は筆者からの質問に対して、同氏は OPPENHEIMER (1955) の結論に対しては疑問をもっており、abnormal egg の大多数は採集・固定の過程における変質による人工現象であるとする筆者の見解に同意である旨の書信 (1953年3月5日付) を寄せられた。

** このことは、マイワシ卵の白濁化は機能的刺激にその原因を有し、そしてそのような刺激は採集の操作中に作用する可能性がもつとも大きいとする筆者の見解を裏づけるひとつの根拠となるであろう。

12°C	51 hrs	15°C	34 hrs
13°C	45	16°C	30
14°C	39	17°C	26

そして、これらの値はマイワシについてもほぼ当てはまると考えられている（伊東，未発表）。胚盤形成までに要する時間は3～4時間の程度と考えられるから、マイワシ卵が物理的刺戟に対してもつとも弱い期間の継続時間は上掲の数値よりもさらにもうすこし短かい。このような短時間の間に、海水中に浮游しているマイワシ卵がそれを死にせしめるほどの強烈な暴風あるいは降雨に遭遇する確率は高いものではないであろう。この点、ROLLEFSEN (1930) が暴風雨の頻度とその卵・稚魚の生き残りについて研究した Lofoten 諸島近海のマダラ *Gadus morrhua* 卵は発生期間がきわめて長いのと相違している。さらに、個々の卵の船舶と遭遇する確率はきわめて低いであろうと推定される。とくにこの影響を受けるのは海面が平穏で卵が海面あるいはその直下に多数集積した時であるが、このような時はまた海面付近の渦動伝導が小さくなるために表層の水だけが極度に昇温して卵の発生を促進する結果*、一卵の危機期は一層短縮されて、上述の外的刺戟との遭遇確率は一層低くなるであろうと考えられる。

最後に、人工授精り実験をおこなった小体 (1944) によれば、マイワシ卵はある特定の発生段階を除いては、外的刺戟に対してもきわめて強い抵抗力を示すという。

以上のべたことを総合すると、波浪、雨滴、その他の機械的刺戟によるマイワシ卵の障害はおそらく著しいものではないであろうと推定されるのである。

VI. 要 約

1. ネット採集によつて得られたプランクトン標本中にしばしばみられるマイワシ卵の卵黄崩壊現象あるいは白濁現象は、採集過程中的機械的刺戟に基づく死亡によるものであつて、採集の直前まではほぼ正常卵と同様に健全な状態で海水中に浮游していたものと考えられる。したがつて、計数に際しては、正常卵と区別する必要はない。

2. 白濁卵の出現状況からみて、マイワシ卵の機械的刺戟に対する抵抗力は受精直後はやや強く、卵割期から胚孔閉鎖までは弱く、胚孔閉鎖後はきわめて強くなるといえる。これは、サケ・マス類およびマダラなどの卵の同様な刺戟に対する抵抗力の変化の状況とまったく同じである。

3. 卵割期以後胚孔閉鎖までの、いわゆる危機期の継続時間は、普通に遭遇する産卵場の水温範囲においては短時間であつて、この期間中に、自然状態の下で機械的刺戟として作用する諸要因——たとえば、風波・降雨などとマイワシ卵が遭遇する確率はおそらく低いものと推定され、したがつて、これらの諸要因によるマイワシ卵の自然消耗は大きくないと考えられる。

補 註

死亡によるマイワシ卵の比重増加を模型的に考えてみる。生きてゐる間魚卵の表層原形質膜は水および塩類に対する透過性がきわめて低いが、死亡すると急激に透過性が高まると考えられている（山本，1943；SHELBOURNE, 1936）。死亡による卵の比重変化は、その ovum 内における体液の海水による置換のみによつてひきおこされるものと仮定する。Ovum の死亡前および後の重量を Y_1 および Y_2 、ovum 以外の部分の重量を R 、卵の容積を V 、ovum の容積を v とすれば、卵の比重変化は：

$$\frac{Y_2+R}{V} - \frac{Y_1+R}{V} = \frac{1}{V} (Y_2 - Y_1) = \frac{v}{V} \left(\frac{Y_2}{v} - \frac{Y_1}{v} \right).$$

いま、マイワシ卵が 16.0°C, 34.00% S の海水中に浮游している場合を考える。この海水の比重は 1.0250 である。マイワシ卵は比重 1.0235 の海水中で中立浮游をし、周囲の海水が単位量だけその比重を変化するこ

* ただし、これには限界があり、一般に、表層水が約 22°C 以上に昇温すると、水の比重が卵のそれよりも小さくなるので卵は沈降する（西村，1957a を参照されたい）。また、それ以上に昇温すると、かえつて卵の発生に阻害されると思われる。マイワシ卵の産生される水温範囲は 11.1～19.1°C で、13～16°C がもっとも多い（中井・ほか，1955）。

とに卵もその約0.85倍だけの比重変化をおこなうから (NISHIMURA, 1957b), 上の海水中におけるマイワシ卵の比重は1.0248となる。すなわち卵は浮上する。

さて, MILROY (1898), DAKIN (1912), SVETLOV (1929) などによれば, 卵黄中の体液の塩分濃度は成魚の血液のそれにほぼ等しい。海産硬骨魚類の血液の塩分濃度は海水のその $\frac{1}{8}$ であるから (BALDWIN, 1949), 卵黄中の体液の比重は1.0078 (16.0°C) の程度とみなされる。また, 卵黄中における体液の重量組成については, 魚種によつて差があるがだいたい0.6~0.7であるから (藤田, 1933; 大谷・富士川, 1937), ここでは0.65をとることにする。体液の容量組成を P とすれば, 死亡による ovum の比重変化は, 仮定によつて:

$$\frac{Y_2}{v} - \frac{Y_1}{v} = (1.0250 - 1.0078) \times P;$$

体液以外の ovum の成分がタンパクと脂肪とよりなるとすれば, 多くの魚卵においてはタンパクが脂肪と比較してきわめて多いから (藤田, 1933; 大谷・富士川, 1937。ただし, これらの分析は主として淡水魚卵および海産沈降性魚卵についておこなわれた。海産浮游性魚卵については, SHELBORNE (1956) ものべているように, それらの魚卵におけるほど脂肪が少いことはないであろう), その平均比重は体液のそれよりも大きいであろう。したがつて, P は0.65よりもやや大きい値をとるであろうと推定される:

$$\frac{Y_2}{v} - \frac{Y_1}{v} \geq (1.0250 - 1.0078) \times 0.65.$$

Ovum の直径は卵のその $\frac{1}{2}$ であるから:

$$\frac{v}{V} = \left(\frac{1}{2}\right)^3.$$

したがつて, 死亡によるマイワシ卵の比重変化は:

$$\geq \left(\frac{1}{2}\right)^3 (1.0250 - 1.0078) \times 0.65 = 0.0014.$$

すなわち, 死亡後の卵の比重は1.0262以上となり, 海水との比重差は+0.0012以上となることが期待される。したがつて, 死亡卵は沈降するにいたる。以上の論議は卵黄が崩壊しない死亡卵についてであつたが, 白濁死亡卵にもあてはまるであろう。

おわりに, じつさいにマイワシ白濁卵の沈降速度を実験室内で測定した結果について記す。ただし, 生まの材料が手に入らなかつたのでフオルマリン液浸標本についておこなつた。したがつて, じつさいの海中の沈降速度とはやや相違していると思われる。Aa~Ab 期にある卵6個を比重1.0250の静止した人工海水中を落下せしめ, 終端速度に安定してからそれを測定した (ただし, 実験に先きだつて, 卵を同濃度の海水に十数分浸しておいて, 困卵腔内の液の塩分濃度を周囲の海水のそれと等しくしておいた。実験中の海水温度は15.3~15.6°Cであつた)。6個についてそれぞれ2回測定した結果, 沈降速度として3.0~3.7 mm/sec (平均3.47 mm/sec) という値が得られた。

引 用 文 献

- AFFLECK, R. J. (1953). The stability of the vitelline membrane and the requirements of developing trout ova. *Australian J. Mar. Freshwater Res.*, 4: 82-94.*
- AHLSTROM, E. H. (1943). Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rep.*, No. 23. 26 p.
- (1948). A record of pilchard eggs and larvae collected during surveys made in 1939 to 1941. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rept.*, No. 54. 76p.
- (1954). Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific sardine. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Fishery Bull.* 93, Vol. 56: 83-140.

* 印は間接引用を示す。

- BALDWIN, E. (1949). *An introduction to comparative biochemistry*. (3rd ed.) Cambridge Univ. Press. (物質代謝研究会訳: 比較生化学入門. みすず書房, 1954).
- BATTLE, H. L. (1914). The embryology of the Atlantic salmon (*Salmo salar* Linnaeus). *Canadian J. Res.*, D, 22 (5): 105-125.*
- DAKIN, W. J. (1915). Aquatic animals and their environment. The constitution of the external medium, and its effect upon the blood. *Int. Rev. Hydrobiol.*, 5 (1): 53-80.*
- 藤田 経信 (1933). 水産蕃殖学. 厚生閣, 427p.
- GODFREY, H. (1957). Mortalities among developing trout and salmon ova following shock by direct-current electrical fishing gear. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 14 (2): 153-164.
- 畑 久三 (1927). 鱒卵ニ及ボス四種ノ振動ノ影響ニ就テ. 水講試報, 23 (3): 105-109.
- (1929). 魚卵ニ及ボス振動時間ノ影響ニ就テ. 水講試報, 24 (5): 149-152.
- HAYES, F. R. (1949). The growth, general chemistry, and temperature relation of salmonid eggs. *Quart. Rev. Biol.*, 24 (4): 281-308.*
- HAYES, F. R. & F. H. ARMSTRONG (1942). Physical changes in the constituent parts of developing salmon eggs. *Canadian J. Res.*, D, 20 (5): 99-114.*
- IMAI, K. (1955). On the turbulent diffusion of dynamical substances. *Bull. Nat. Inst. Agr. Sci.*, A, No. 4: 37-44.
- 伊東 祐方 (未発表). マイワシ卵の孵化時間と水温との関係.
- 伊東祐方・ほか (1954). 能登海域におけるマイワシの産卵時刻と夜間の行動. 日水研年報, No. 1: 1-16.
- 小林 久雄 (1944). 真鰹卵人工孵化の研究. 海洋の科学, 4 (7): 33-38.
- MARR, J. C. (1956). The "critical period" in the early life history of marine fishes. *Cons. Perm. Int. Explor. Mer, J. du Cons.*, 21 (2): 160-170.
- MILROY, T. II. (1893). The physical and chemical changes taking place in the ova of certain marine teleosts during maturation. *Rept. Fish. Bd. Scot., 16th Year (1897)*, Pt 3: 135-152.*
- 中井甚二郎・ほか (1955). 鰹資源協同研究経過報告 (昭和24—26年). 東海区水産研究所, 東京, 84p.
- 中野宗吉・川見稔 (1921). 冷水性魚類ノ卵及稚魚ノ生態的研究一(1). 鱒卵ノ落下ニ対スル抵抗力試験. 水講試験, 20 (1): 81-85.
- 西村 三郎 (1957a). 卵黄吸取完了時におけるマイワシ稚魚の体長推定. 日水研年報, No. 3: 73-75.
- (1957b). 浮游深度によるマイワシ卵の発生速度の相違について. 日生態会誌, 7 (2): 77-80.
- NISHIMURA, S. (1957a). Vertical distribution of the floating eggs of *Maurolicus japonicus* ISHIKAWA, a gonostomatid fish, in the sea. *Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 3: 13-22.
- (1957b). On some plankton animals occurring in spring off Wajima, Noto Peninsula, Japan Sea, with special reference to their vertical distribution. *Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 3: 61-71.
- OPPENHEIMER, C. H. (1955). The effect of marine bacteria on the development and hatching of pelagic fish eggs, and the control of such bacteria by antibiotics. *Copeia*, 1955, No. 1: 43-49.
- 大谷武夫・富士川 夢 (1937). 魚類の化学. 厚生閣, 504p.
- ROLLEFSEN, G. (1930). Torskeegg med deformerte fostre. *Lofotfisket 1929. årsberetning vedkommende Norges Fiskerier* 1929 (2): 85-95.*
- (1932). The susceptibility of cod eggs to external influences. *Cons. Perm. Int. Explor. Mer, J. du Cons.*, 7 (3): 367-373.
- SHELBOURNE, J. E. (1956). The effect of water conservation on the structure of marine fish embryos and larvae. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 35 (1): 275-286.
- STOMMEL, H. (1949). Trajectories of small bodies sinking slowly through convection cells. *J. Mar. Res.*, 8 (1): 24-29.
- SVETLOV, P. (1929). Entwicklungsphysiologische Beobachtungen an Forelleneiern. *Arch. Ent. Mech. Org.*, Bd. 114: 771-785.*
- WOODCOCK, A. H. (1941). Surface cooling and streaming in shallow fresh and salt waters. *J. Mar. Res.*, 4 (2): 153-161.
- 山本 時男 (1943). 魚類の発生生理. 養賢堂, 221p.

Table 1. Records of catch of sardine eggs, normal and abnormal, following the developmental stages from waters off Noto Peninsula, Japan Sea, on April 25, 1953. Samplings were made by vertical haul from 50 m. to the surface with the hauling speed of 1 to 2 m. per sec.

Stage	Time of sampling								Total		Percentage ratio of abnormal egg
	21: 00		21: 20		21: 40		23: 00				
	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	
AA	41	16	32	20	39	21	56	25	168	82	48.8
AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Aa	162	123	157	141	130	118	105	103	554	485	87.6
Ab	0	0	6	5	1	1	83	67	90	73	81.2
Ac	12	2	38	25	15	10	8	4	73	41	56.2
Ba-b	261	1	243	15	228	4	183	2	915	22	2.4
Bc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Ca	185	0	192	1	184	8	178	1	739	10	1.4
Cb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Cc	50	0	35	0	22	1	63	0	170	1	0.6
Unclass.	2	2	3	3	2	2	8	8	15	15	—

Abbreviations: T for the total number of sampled eggs and A for the number of abnormal eggs.

Table 2. Records of catch of sardine eggs, normal and abnormal, by developmental stages from waters off Noto Peninsula, Japan Sea, during the period April 26 to 28, 1955. Eggs were collected by vertical haul from 150m. or just above the bottom to the surface with the hauling speed of 1 to 2 m. per sec. Collections were made at 23 stations, of which 14 stations yielded egg catch and here are shown of the results.

Stage	St. 1		St. 2		St. 3		St. 4		St. 8		St. 11	
	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
AA	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aa	413	300	7	5	15	8	8	4	0	0	0	0
Ab	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ac	61	43	10	9	20	8	1	1	1	1	0	0
Ba-b	66	4	44	0	20	0	16	1	0	0	8	0
Bc	0	0	6	0	10	0	0	0	0	0	1	0
Ca	9	0	8	0	10	1	7	0	0	0	6	0
Cb	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0
Cc	38	3	4	0	12	0	1	0	0	0	14	0
Unclass.	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Abbreviations: T for the total number of sampled eggs and A for the number of abnormal eggs.

Table 2. (continued)

Stage	St. 12		St. 13		St. 14		St. 15		St. 16		St. 18	
	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A	T	A
AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AM	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Aa	63	49	6	4	105	48	58	37	6	3	0	0
Ab	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ac	13	13	8	4	9	6	4	4	0	0	0	0
Ba-b	7	0	10	0	16	1	10	0	1	0	0	0
Bc	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	8	0	11	0	13	0	4	1	27	0	1	0
Cb	3	0	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Cc	0	0	12	0	29	2	0	0	0	0	0	0
Unclass.	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0

Table 2. (continued)

Stage	St. 12		St. 13		Grand total		Percentage ratio of abnormal egg
	T	A	T	A	T	A	
AA	0	0	0	0	2	0	—
AM	0	0	0	0	2	1	—
Aa	0	0	0	0	631	458	67.3
Ab	0	0	0	0	1	0	—
Ac	0	0	0	0	127	89	70.1
Ba-b	0	0	0	0	198	6	3.0
Bc	0	0	0	0	20	0	0
Ca	1	1	1	0	106	3	2.8
Cb	0	0	0	0	16	0	—
Cc	0	0	2	0	112	5	4.5
Unclass.	0	0	0	0	5	5	—

Table 3. Records of catch of sardine eggs, normal and abnormal, following the developmental stages from waters off Noto Peninsula, Japan Sea, in 1954 and 1955. Samplings were made by horizontal drift method, covering seven or six different depths from 2-3 m. to about 70 or 50 m.

I. May 13, 1954, 17:20-17:50 (Partly clouded; rippled surface)

Stage	Total catch from six layers*			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	1	1	—	0	0	—
Ab	29	16	55.2	0	0	—
Ac	66	46	69.7	1	1	—
Ba-b	6	0	—	0	0	—
Bc	27	0	0	2	0	—
Ca-b	10	1	—	2	0	—
Cc	16	0	—	1	0	—
Unclass.	0	0	—	0	0	—

* Including the catch from the 2-3 m. layer.

Table 3. (continued)

II. May 14, 1954, 03:05-03:35 (Partly clouded; rippled surface)

Stage	Total catch from six layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	75	24	32.0	20	8	40.0
Ab	0	0	—	0	0	—
Ac	7	3	—	3	2	—
Ba-b	35	1	2.9	9	0	—
Bc	0	0	—	0	0	—
Ca-b	119	2	1.7	54	0	0
Cc	9	0	—	0	0	—
Unclass.	3	3	—	0	0	—

Table 3. (continued)

III. May 17, 1954, 18:55-19:25 (Blue sky; rippled surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	1	0	—	1	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	21	20	95.2	3	3	—
Ab	25	22	88.0	7	7	—
Ac	120	110	91.7	59	57	96.6
Ba-b	2	0	—	0	0	—
Bc	23	1	4.4	3	0	—
Ca-b	28	0	0	21	0	0
Cc	22	0	0	3	0	—
Unclass.	1	1	—	0	0	—

Table 3. (continued)

IV. May 18, 1954, 03:05-03:35 (Blue sky; rippled surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	9	6	—	0	0	—
Aa	19	19	—	0	0	—
Ab	0	0	—	0	0	—
Ac	47	19	40.4	20	7	35.0
Ba-b	151	4	2.7	47	1	2.1
Bc	9	1	—	6	0	—
Ca-b	61	1	1.6	8	1	—
Cc	21	0	0	0	0	—
Unclass.	0	0	—	0	0	—

Table 3. (continued)

V. April 22, 1955, 15:00-15:30 (Partly clouded; slight surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	621	155	25.0	104	40	38.5
Ab	4	4	—	0	0	—
Ac	164	109	66.5	57	41	72.0
Ba-b	81	0	0	25	0	0
Bc	29	0	0	18	0	—
Ca	155	0	0	38	0	0
Cb	0	0	—	0	0	—
Cc	133	1	0.8	19	1	—
Unclass.	2	2	—	0	0	—

Table 3. (continued)

VI. April 22, 1955, 17:01-17:31 (Blue sky; smooth surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	142	31	21.8	101	21	20.8
Ab	0	0	—	0	0	—
Ac	46	13	28.3	26	10	38.5
Ba-b	8	0	—	1	0	—
Bc	34	0	0	20	0	0
Ca	65	0	0	14	0	—
Cb	0	0	—	0	0	—
Cc	71	0	0	1	0	—
Unclass.	0	0	—	0	0	—

Table 3. (continued)

VII. April 22, 1955, 19:00-19:30 (Blue sky; smooth surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	1	0	—	0	0	—
AM	2	1	—	1	1	—
Aa	120	21	17.5	57	6	10.5
Ab	1	0	—	0	0	—
Ac	116	43	37.1	25	3	12.0
Ba-b	22	0	0	10	0	—
Bc	99	6	6.1	12	0	—
Ca	84	3	3.6	2	0	—
Cb	28	0	0	10	0	—
Cc	105	0	0	2	0	—
Unclass.	1	1	—	0	0	—

Table 3. (continued)

VIII. April 22, 1955, 21:00-21:30 (Blue sky; rippled surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	0	0	—	0	0	—
AM	0	0	—	0	0	—
Aa	184	43	23.4	53	13	24.5
Ab	0	0	—	0	0	—
Ac	77	28	36.4	20	8	40.0
Ba-b	59	0	0	18	0	—
Bc	84	5	6.0	19	0	—
Ca	66	2	3.0	14	0	—
Cb	25	0	0	5	0	—
Cc	84	0	0	1	0	—
Unclass.	2	2	—	0	0	—

Table 3. (continued)

IX. May 10, 1955, 22: 33-23: 03 (Blue sky; calm-glassy surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	1	0	—	0	0	—
AM	4	4	—	0	0	—
Aa	0	0	—	0	0	—
Ab	100	78	78.0	0	0	—
Ac	555	432	77.8	1	1	—
Ba-b	124	6	4.8	1	0	—
Bc	147	3	2.0	0	0	—
Ca	13	0	—	1	0	—
Cb	26	2	7.7	0	0	—
Cc	34	1	2.9	5	0	—
Unclass.	0	0	—	0	0	—

Table 3. (continued)

X. May 11, 1955, 02: 35-03: 05 (Blue sky; rippled surface)

Stage	Total catch from seven layers			Catch from the 2-3m. layer		
	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality	Total egg	Abnormal egg	Percentage ratio of abnormality
AA	14	5	—	5	4	—
AM	3856	1607	41.7	1196	553	46.3
Aa	0	0	—	0	0	—
Ab	3	1	—	0	0	—
Ac	392	156	39.8	39	14	35.9
Ba-b	88	2	2.3	28	0	0
Bc	106	1	0.9	3	0	—
Ca	155	0	0	16	0	—
Cb	18	0	—	5	0	—
Cc	48	1	2.1	9	0	—
Unclass.	18	18	—	3	3	—

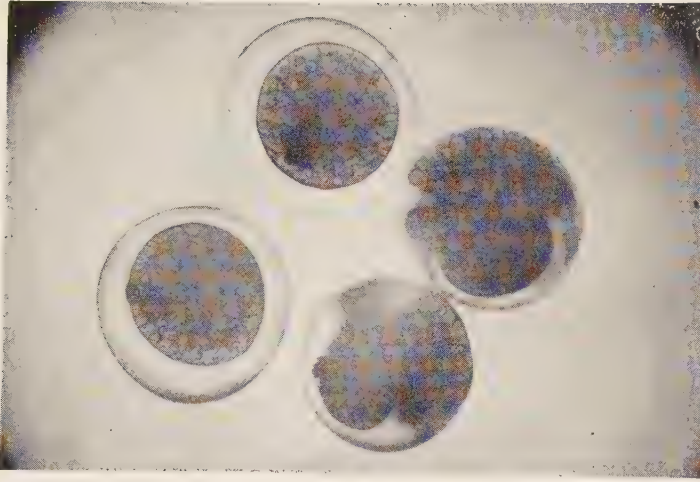


Fig. 1. Microphotograph of sardine eggs at developmental stage AA. The uppermost is a normal egg, the right two are abnormal eggs and the left is a slightly abnormal one. In the abnormal eggs a large amount of yolk spherules are ejected into perivitelline space and in the slightly abnormal egg the yolk sap is oozed out dispersedly in the perivitelline space.

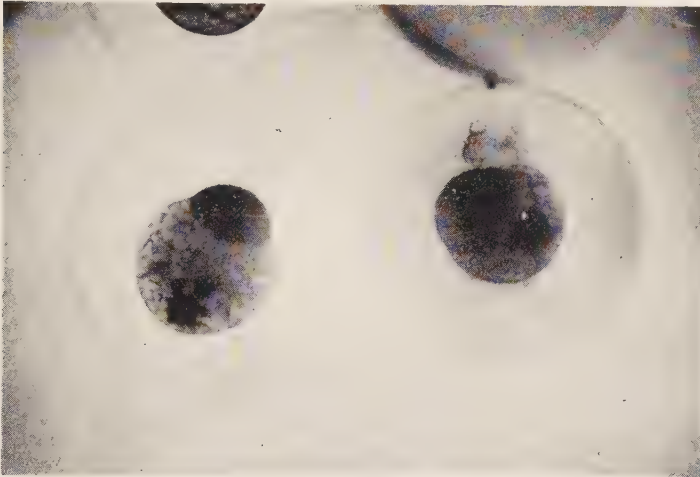


Fig. 2. Sardine eggs at stage Aa. The left is a normal and the right is an abnormal egg. In the latter, some ejected and decomposed yolk spherules are seen dispersed in the perivitelline space.



Fig. 3. Sardine eggs at stage Ac. The left is a normal and the right is an abnormal egg. In the latter, some ejected and decomposed yolk spherules are seen dispersed in the perivitelline space.

日水研年報 (4): 105-112, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 105-112, 1958.

中部日本海産マサバの攝餌に関する一知見 — トガリサルパの攝取について —

西 村 三 郎

Quelques Remarques sur l'Ingestion du Salpe, *Salpa fusiformis* CUVIER, chez les Maquereaux Pêchés dans la Mer du Japon Orientale

PAR

SABURO NISHIMURA

Résumé

On a examiné les contenus stomacaux des maquereaux, *Pneumatophorus japonicus* (HOUTTUYN), pêchés au large de la Préfecture de Niigata dans la Mer du Japon orientale, de mars à mai, 1957.

Voilà ce que l'on y a remarqué conséquemment :

Les 15 de 20 maquereaux pêchés dans la dernière décade de mai, ils contenaient considérable quantité du salpe, *Salpa fusiformis* CUVIER dans leurs estomacs (Tableau 1er). A réfléchir au resultat des recherches planctologiques faites simultanément (Fig. 1ère et 2), l'ingestion des salpes chez maquereaux est considérée non pas accidentelle mais comme indiquant que ce tunicier peut être une nourriture de quelque importance aux poissons pendant la période de pauvreté du zoo-plancton, dont la fécondité d'ailleurs se trouve au commencement du printemps dans la Mer du Japon.

Enfin on va dire brièvement sur la prééminence récente des salpes entre la population zoo-planctonique dans l'eau côtière du Hondo.

I. ま え が き

日本海のマサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOUTTUYN) の食性については、これまでかなりの調査がなされてきた。すなわち、各地の水産試験場の事業報告類にはサバ餌料調査の項目が稀ならず見出される。しかし、それらの大部分は詳細な査定をおこなっているわけではない。笠原・伊東(1953)は、1940年頃までになされたこれらの食性調査の報告をとりまとめて吟味し、マサバの成魚の餌料としては動物性プランクトン、とくにオキアミ類、橈脚類、端脚類などのプランクトン甲殻類がもつとも重要で、イワシ類、イカ

ナゴのような小型魚類や小型イカ類がこれに次ぐとのべた。これは、大西洋の *Scomber scombrus* LINNAEUS や *Pneumatophorus colias* GMELIN について得られた結果とほぼ一致する (EHRENBAUM, 1936; STEVEN, 1949; SETTE, 1950)。

最近, TAKANO (1954) は大島近海から得られたマサバの胃内容物を調査して、大量のシキシマフクロアミ *Gastrosaccus vulgaris* NAKAZAWA を見出し、やはりプランクトン甲殻類が重要であることを認めた。また、筆者は、越冬期にある中部日本海産のマサバも橈脚類、オキアミ類、端脚類などのプランクトン甲殻類を主要な餌料としており、とくに、日本海における冷水性プランクトン甲殻類の接岸・卓越の時期にはマサバはこれらの動物を多量に摂取していることを観察した (西村・岡地, 1957)。

この中部日本海のマサバの摂餌については、その後も調査が続けられたが、その結果、マサバは上記のプランクトン甲殻類、小型魚類、イカ類以外の動物をも時に多量に摂取することがあるのが判明した。本報ではサルパの摂餌について報告する。

本論に進むまえに、材料の採集に御協力をいただいた日本海区水産研究所の岡地伊佐雄、渡辺和春、笠原昭吾の諸氏に感謝の意を表する。

I. 資 料

1957年5月27日夜、新潟県米山沖で旋網によつて漁獲されたマサバから翌28日20尾を標本として採集し、各種の計測とともに胃の盲嚢部の内容物の湿重量測定および餌料生物の査定をおこなつたところ、過半数の魚がサルパを多量に、かつ、ほとんど単一組成的に摂取していることが判明した。胃内からとりだされたこれらのサルパはすでに消化がかなり進んでおり、種類の同定が困難であつたが、後にのべるように、中部日本海においては、この時期に見出されるサルパはほとんどガリサルパ *Salpa fusiformis* CUVIER のみであり、* かつ、本種は1956年の春から突然この海域に多量に出現し、さらに1957年には春から夏にかけての沿岸帯のマクロプランクトン群集における著しい卓越種であつたことがプランクトン調査の結果から知られているので、このマサバが摂取していた種類もおそらくガリサルパであろうと推定された。

胃内容物の調査結果をまとめると第1表のようになる。なお、これらのうちの2尾において胃内（噴門部）にサバ自身の鱗が見出されたが、これは漁獲時にのみこまれたものと考えられる。これに対して、ガリサルパは完全に盲嚢内にとり入れられており、かつ、著しく消化されているので、これは明らかに餌料と

Tableau 1er Les maquereaux classifiés par les qualités des contenus stomacaux (Niigata; V/27/1957).

Contenus stomacaux	Nombre d'individu	Tailles+ Extrêmes et moyennes (en cm)	Poids mouillés des contenus stomacaux (S) (en gramme)	S/(Taille) ³ x 10 ⁴ Sphères et moyennes
Salpes comme proéminents entre animaux nourissants	15	21.5-41.0; 30.9	0.1-4.9	0.03-1.4; 0.54
Vide	5	24.1-32.4; 26.3	—	—

+ Du rostre au fourchon de la nageoire caudale.

して摂取されたものであつて、漁獲の際の苦悶状態にある時に機械的にのみこまれたものではないと判断される。これらの摂取されたサルパはいずれも繊維状の皮膜のみとなり、生時にみられる寒天質の部分はほとんど消失していた。体長は2〜3cm程度と指定され、生時の状態に復元すれば、マサバの摂取していたサルパの生体重量はいずれも相当な値に達するであろうと思われる。これらのサルパのうち、はなはだしく消化の進んでいるものは薄桃色を、それほど消化の進んでいないものは黄褐色を呈していた。前者は一見した

* ごく稀にヒメサルパ *Thalia democratica* (FORSKAAL) が混じていることがある。

ところ筋肉質様で、サルパとは思えないが、針でほぐしながら観察すると、これは膜状のものがよじれて多数からみあつたものであることがわかり、サルパの消化物であることにはほとんど疑いをいれない。

なお、トガリサルパとともに摂取されていた餌料生物としては、少数の *Parathemisto japonica* BOVA-LIUS (小型個体) のほか、下記のものもごく少数づつみられた：

Calanus plumchrus MARUKAWA (copepodite 幼体)

Cal. helgolandicus (CLAUS)

Metridia lucens BOECK (copepodite 幼体)

Para- and Clausocalanus

Ostracoda

Oikopleura sp.

Ⅲ. 論 議

マサバの胃内からサルパを見出したという記録は、筆者は寡聞にして、本報告以外には、わずかに次の2例しか知らない。すなわち、そのひとつは、1953年5～7月に3回にわたつて太平洋の大島近海から漁獲されたマサバの胃内容物を調べた TAKANO (1954) の報告であつて、この著者は、3回の調査とも *Tunicata* がかなりの量摂取されていることを見出した。これらの *Tunicata* は *Pyrosoma atlanticum* PÉRON および *Salpa* spp. と査定された。他の報告は KUN (1954) によるもので、1950年6～7月、とくに7月にシベリヤの沿海州沖で漁獲されたマサバ成魚がサルパをひんばんに、かなり大量に摂取していたことに注意を喚起している。かなり大型（体長2～4 cm）のサルパという記載だけで種名は挙げていない。

このように、マサバがサルパを摂取していたという記録はきわめて少いのであるが、それでは、このマサバにおけるサルパの摂取ということは単に偶発的な現象にすぎないのだろうか？ それとも、サルパはマサバの餌料としてもつと重要な位置を占めているものであろうか？ 次に、この点に関連して、今回の資料を検討してみよう。

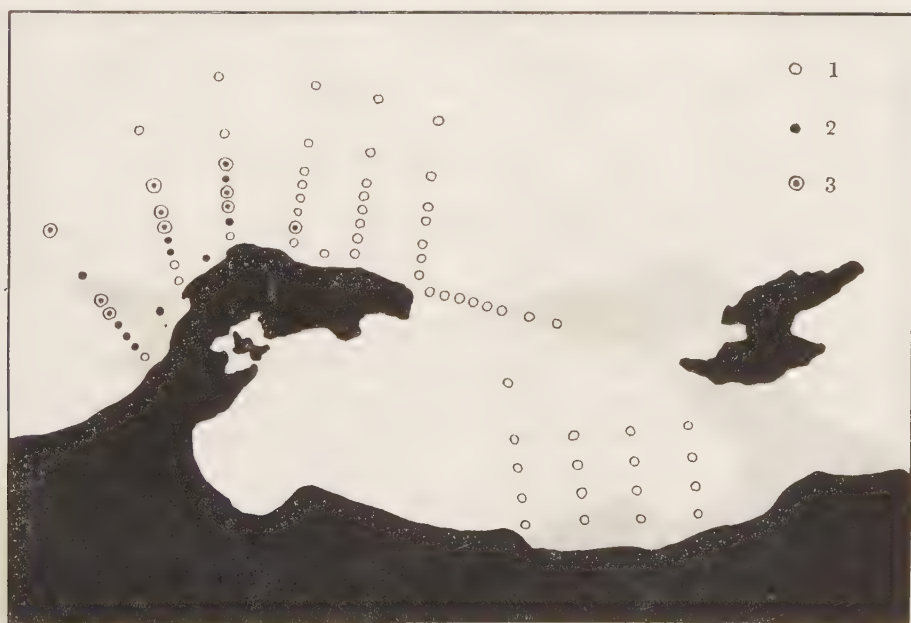


Figure 1ère-a. La répartition des salpes récoltés par les hisssages verticaux du filet du fond, ou de 150 mètres de profondeur à la surface, du 18 au 24 avril, 1957.
1.—Salpe absent. 2.—Salpes récoltés un peu. 3.—Salpes récoltés en masse (plus nombreux que 10 d'individus solitaires et aggrégatoires).



Figure 1ère-b. La répartition volumétrique du macro-plancton (salpes, méduses et cténophores exceptés) récolté par les hissages verticaux du filet du fond, ou de 150 mètres de profondeur à la surface, du 18 au 24 avril, 1957. Figures ajustées pour le prélèvement de 10 mètres.



Figure 2-a. La répartition des salpes récoltés par les hissages verticaux du filet du fond, ou de 150 mètres de profondeur à la surface, du 15 au 24 mai, 1957. 1.—Salpe absent. 2.—Salpes récoltés un peu. 3.—Salpes récoltés en masse (plus nombreux que 10 d'individus solitaires et aggrégatoires).

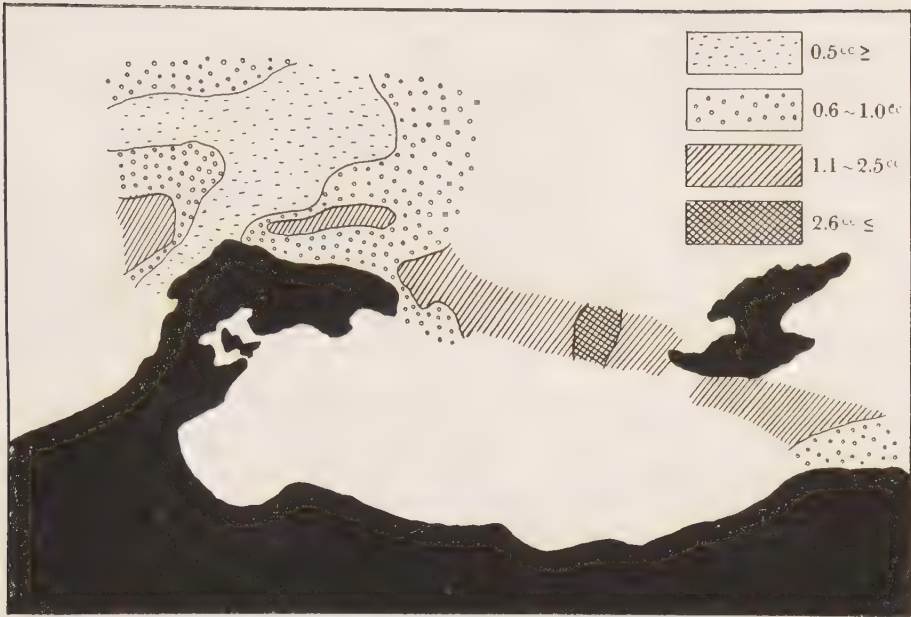


Figure 2-b. La répartition volumétrique du macro-plancton (salpes, méduses et cténophores exceptés) récolté par les hissages verticaux du filet du fond, ou de 150 mètres de profondeur à la surface, du 15 au 24 mai, 1957. Figures ajustées pour le prélèvement de 10 mètres.

第1～2図に、1957年4月および5月におこなわれたプランクトン調査の結果明らかにされた中部日本海におけるトガリサルバの分布状態とプランクトン沈澱量（サルバ、大型のクラゲおよびクシクラゲ類を除外した値）の分布とを示した。これらの図から、次の3点が理解される：

- 1) サルバの分布域は4月から5月にかけて沖合に拡大し、かつ、全体として北方および東方へ移動していること。
- 2) プランクトン沈澱量は位置によってかなりのちがいがあがあるが、5月に入つて全域的に減少していること。
- 3) サルバの分布は、4、5月とも、プランクトン沈澱量の中程度かあるいはすくない海域に限られていること*。

トガリサルバの分布している水がどのような種類の水塊に属するものであるかは、現在のところ、よくわからないが、しかし、上にのべたように、それはプランクトン沈澱量の多い水塊、つまり4～5月頃のこの海域においては、*Calanus cristatus* KRØYER, *Cal. plumchrus* MARUKAWA, *Melridia lucens* BOECK, *Parathemisto japonica* BOVALLIUS, *Sagitta elegans* VERRILL, *Aglantha digitale* (MULLER) および *Coscinodiscus gigas* EHRENBERG などの冷水性のプランクトン動・植物によって指標される水塊とは別のものであることは疑いない**。

ところで、すでに報じたように（西村・岡地、1957）、後者の水塊を指標するプランクトン動物中 *Calanus cristatus*, *Cal. plumchrus*, *Parathemisto japonica* BOVALLIUS などは、ツノナシアミ *Euphausia pacifica*

* サルバがネットに入つたため濾水率が低下して（中井・ほか、1955）、その結果、プランクトン沈澱量が減少したのではないかと考えられるが、この場合には、これのみに原因を求めるのは正しくない。サルバの分布域ではプランクトンが質的に変化して、より貧困な群集となっているからである。

** じじつ、これらのプランクトン動・植物がトガリサルバとともに多量に採集されることはあまりなく、時に、*Parathemisto japonica*, *Sagitta elegans*, *Aglantha digitale* などの小型個体（これらの種類の小型個体は大型個体とことなつて沿岸の比較的浅い水深にも棲息しており、大型個体よりも広温性、あるいは高温性と考えられる）がサルバにともなつて少量垂直採集されることがあるが、これとでも、それぞれの垂直分布を考慮すれば、はたして同一の水塊中に浮遊していたものであるかどうかは疑わしい。

HANSEN とともに、冬期のおわりから春期にかけて（3月中旬～下旬）のマサバの重要な餌料であつた。第1—b図から、4月中旬においても、依然として、漁場（上越地方沿海）附近にはプランクトン沈澱量の高い水塊が卓越していたことを知ることができる。そのプランクトン構成は、大型橈脚類の *Calanus plumchrus* および大型盤状硅藻類 *Coscinodiscus gigas* を優占種とする典型的な冷水性の、脂肪性の強い（fatty—RUSSELL, 1939）群集であつた。5月中旬には残念ながら漁場でのプランクトンの採集はおこなわれなかつたが、第2—b図からみて、おそらく、漁場附近においては、前述の冷水性動・植物を指標とする沈澱量の高い水塊は衰退して、それにかかわつて温水性のプランクトン動・植物を指標種とする沈澱量の中程度か、あるいは低い水塊が卓越しつつあつたと推定される（佐渡海峡の本州寄り沿岸の沈澱量の低い水帯には、*Calanus plumchrus* および *Coscinodiscus gigas* は衰退して、これにかかわつて、*Calanus helgolandicus* (CLAUS), *Evadne nordmanni* LOVEN, *Noctiluca scintillans* (MACARTNEY) などの温水性種が出現しはじめた）。

以上のような海況の推移と、すでにのべたトガリサルバの分布域が北方および東方へ移動しつゝある傾向が認められること、さらに、5月中旬にはその分布域は能登半島の緑剛崎まで拡がり、一部はすでに佐渡島の沢崎沖に達していたことを考慮すると、5月下旬には、トガリサルバ群がマサバ漁場に達していたであろうことは充分理解されるのである。そして、時を同じくして起りつゝあつた冷水性プランクトン甲殻類の著しい量的減少は、サバをして別のタイプの餌料動物を摂取するようにしむけたと考えられるが、その際には大型かつ濃密に分布しているトガリサルバがその対象となつたであろうことは想像にかたくない。

このサルバが、その分布域においては、いかに濃密に浮遊しているものであるかはプランクトン研究者にはよく知られているところであるが（中井・ほか、1955；日本海区水産研究所、1956a）、筆者も、1956～57年、能登半島沖のプランクトン調査に従事中、トガリサルバがプランクトン・ネットのコット・エントをきつしりと埋めつくすほど多量に入つて、標本瓶1本だけでは収容しきれぬことをしばしば経験した。また、そのような場合には、サルバの群体が多数海中に漂っているのが船上からも目撃された。

以上のべたところから、マサバのサルバ摂取は偶然的なものではなく、濃密に分布している海域においてはサルバは魚の餌料として低くない価値を有するものであらうと推定される。沿海州沖での調査結果から KUN (1954) も同様な結論に達している。かつて、FRASER (1949) は、北大西洋ではサルバが回游性魚類によつて摂取されていることを報じた報告はほとんどないと述べ、また、SETTE (1950) が北アメリカ大西洋岸の *Scomber scombrus* LINNAEUS はほとんどあらゆる種類のプランクトン動物を摂取するが、ただ、ヒリー質の動物** は摂取しないとのべているが、この点、日本近海とはやや事情を異にしているように思われる。***

ところで、さきにも簡単にふれたが、日本海の本州沿岸におけるトガリサルバの出現は、近年（調査の始められた1950年以降）においては1956年の春季に始めて観察されたもので、能登半島沖においては、その1月にはまだ現われていなかったが、5月に入つてがぜん顕著な出現をみた。5月中～下旬には、このほか吉浜町、島根県沿岸にも大量に発生していた（日本海区水産研究所、1956a；この報告は、このサルバの大量出現を“近年全くみられない特異現象である”とのべている）。ところが、同6月上旬になると、サルバは上記の諸海域からまったく姿を消していた（日本海区水産研究所、1956b）。1957年には、能登半島沖においては、前述したように、サルバはすでに4月から出現しており、前年と比較して1箇月以上も早い。日本海の大陸側においては、すでに引用したように、KUN (1954) が1950年7月沿海州の50～110浬沖で漁獲されたマサバがサルバを摂取していたことを報じている。種名は挙げていないが、その大きさからみてトガリサルバである可能性が強いが断定はできない（ちなみに、TOKIOKA (1951) は1950年5月北海道のオン

* KUN (1954) は、マサバの鰓耙の構造を調べて、それが典型的なプランクトン濾過者 (planktonfag) のものではなく、それと大型動物捕食者 (chishchnik) との中間のタイプに属することを明らかにし、それがよく胃内容物の組成にあらわれていることを認めた。

** たとえばクラゲ類、クシクラゲ類。この前者はサルバの名を挙げていないが、当然これもゼリー質の動物のうちに含まれる。BIGELOW AND SEARS (1939) も、*Scomber scombrus* の魚獲の地理的分布と動物性プランクトンの分布とを比較したが、その際には、クラゲ、クシクラゲ、サルバを除いた残りの動物性プランクトン量を“nutritive portion”として比較の目安にしている。

*** サバではないが、THOMPSON (1948) は、New Zealand 近海において、トガリサルバが blue cod (*Percis colias*) の餌料として利用されることをのべている。

ヨロ湾における *Cyclosalpa bakeri* RITTER の出現を報じている。THOMPSON (1948) は、北米大陸の太平洋岸においてもつとも普通にみられるサルパはトガリサルパであるが、おそらく赤道以北の北太平洋海域について同じことがいえるであろうとし、その他の海域では通常ヒメサルパ *Thalia democratica* (FORSKAAL) について2番目に多いとのべているが、TOKIOKA (1937) によれば、中部日本の太平洋沿岸ではヒメサルパがもつとも多く、トガリサルパがこれにつぐという。しかし、ヒメサルパは体形がきわめて小型なので、KUN (1954) が報じたサルパはヒメサルパでないことは間違いない。同じ著者による1948~49年の調査の時にはサルパは餌料として見出されなかつた (KUN, 1951)。また1953年夏期 (7~9月) の日本海北部におけるプランクトン分布の調査をとりまとめた MESHCHERIAKOVA (1954) によれば、夏期の前半には沿海州沖100哩以上の外洋には多量のサルパが分布していたという。これらからみると、サルパは、本州沿海における出現・卓越以前に、すでに沿海州の沖合外洋において出現・卓越していたものらしい。おそらく、日本海の中央部を流れる外洋性の暖流系水によつて運ばれていたものであろう。* 高緯度海域におけるトガリサルパの出現は、その海域への暖流系水の流入をよく指標するものであることは、SCHMIDT (1909) および BOWMAN (1922) によつて North Sea において、また、THOMPSON AND FROST (1935) によつて Newfoundland 沖において示されたところである。したがつて、1956年以降の本州沿岸におけるこのサルパの出現・卓越は、外洋暖流系水ないしその変性した水の春季における接岸あるいは卓越化、すなわち沿岸帯における水塊の交代 (water replacement) を物語るものではないだろうか？

IV. 要 約

1. 1957年5月下旬、新潟県米山沖で旋網によつて漁獲されたマサバ成魚の胃内容物を調査したところ、20尾中15尾がサルパをかなりの量に摂取していた。これらのサルパは明らかに餌料として摂取されたものである。種名はトガリサルパ *Salpa fusiformis* CUVIER と推定された。

2. このマサバによるサルパの摂取は偶然的なものではなく、冬季の終りから春季にかけて、この海域においてマサバの豊富な餌料源を構成していた冷水性プランクトン甲殻類が衰退して、棲所のプランクトンが貧困化した結果、マサバはサルパの摂取に転じたものと考えられる。

3. トガリサルパは近年においては1956年の春に突然この海域に出現し、1957年には一層その沿岸帯プランクトン群集における卓越性が顕著となつたものである。これは沿岸帯における水塊の交代を物語るものではないかと考えられた。

引 用 文 献

- BIGELOW, H. B. AND M. SEARS (1939). Studies of the waters of the continental shelf, Cape Cod to Chesapeake Bay. III. A volumetric study of the zooplankton. *Mem. Mus. comp. Zool.*, 54 (4): 184-378.**
- BOWMAN, A. (1922). The biological interchange between the Atlantic and the North Sea. *Rep. Brit. Ass. Adv. Sci. London. 90th Meeting*, Hull, 1922, p. 367. **
- EHRENBAUM, E. (1936). *Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas*. Stuttgart, 337p.
- FRASER, J. H. (1948). Review of H. THOMPSON's "Pelagic Tunicates in the plankton of southeastern Australian waters, and their place in oceanographic studies." Commonwealth of Australia, Council Sci. Res., Bull., 153 (1942) 196p. *Cons. Perm. Int. l'Explor. Mer, J. du Cons.*, 15 (3): 336-337.
- 笠原 昊・伊東英世 (1953). サバの生態。漁業科学叢書, No. 7, 水産庁, 131p.
- KUN, M. S. (1951). Pitanie skumbrii v Japonskom More po dannuim 1948-49 gg. [La

* 松江・ほか (1957a, 1957b) は、1955年夏および1956年春の蒼鷹丸による日本海縦断観測の結果から得られた微量栄養塩類の分布状態に基づいて、日本海の中央部を流れる強大な暖流分枝の存在を示した。また、同じ観測の際に、ギンカクラゲ *Porpita umbella* O. F. MÜLLER, カツオノカンムリ *Veilella lata* CHAMISSO et EYSENHARDT などのような外洋熱帯性のプランクトン動物がかなり沖合にまで分布していることが推定された。これは暖流の沖合分枝がよくその外洋熱帯性の性質を保持したまま日本海中央部を北上していることを物語るものであろう。

** 間接引用。

- nourriture des maquereaux de la Mer du Japon discutée par les données obtenues dans l'années 1948-49]. *Izvestiia TINRO*, Tom 34: 67-79 (en russe).
- (1954). Osobennosti pitaniia sevoletok i vzrosloi skumbrii [Les caractéristiques dans la nourriture des maquereaux jeunes et adultes]. *Izvestiia TINRO*, Tom 42: 95-108 (en russe).
- 松江吉行・ほか(1957a). 1955年夏季北部日本海に於ける微量栄養成分の分布について. 日水研研報, No. 6: 121-127.
- ・ほか(1957b). 1956年春季北部日本海に於ける微量栄養成分の分布について. 日水研研報, No. 6: 315-320.
- MESHCHERIAKOVA, I. M. (1954). Letnii plankton Japonskovo Moria [Plancton de l'été dans la Mer du Japon]. *Izvestiia TINRO*, Tom 42: 288-293 (en russe).
- 中井甚二郎・ほか(1995). 鯧資源協同研究経過報告(昭和24-26年). 東海区水産研究所, 84p.
- 日本海区水産研究所(1956a). ④ ネット0←50m 垂直採集によるプランクトン分布概要(1956年5月中旬～下旬). 1p. (謄写).
- (1956b). 同上(1956年6月上旬). 1p. (謄写).
- 西村三郎・岡地伊佐雄(1957). 越冬期における中部日本海産マサバの摂餌について. 日生態会誌, 7(3): 103-107.
- RUSSELL, F. S. (1939). Hydrographical and biological conditions in the North Sea as indicated by plankton organisms. *Cons. Perm. Int. l'Explor. Mer, J. du Cons.*, 14(2): 171-192.
- SETTE, O. E. (1950). Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Pt. II. Migration and habits. *U. S. Dept. Interior, Fish and Wildlife Service, Fish. Bull.*, 49: 251-358.
- SCHMIDT, JOHS. (1909). The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the Gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain. *Cons. Perm. Int. l'Explor. Mer, Rapp. et Proc.-Verb.*, 10 (B. 4).*
- STEVEN, G. A. (1949). Contributions to the biology of the mackerel, *Scomber scombrus* L. II. A study of the fishery in the south-west of England, with special reference to spawning, feeding and 'fishermen's sign.' *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 28(3): 555-581.
- TAKANO, H. (1954). The food of the mackerel taken near Oshima Island in 1953. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 20(8): 694-697.
- THOMPSON, H. (1948). *Pelagic Tunicates of Australia*. Commonwealth Council for Scientific and Industrial Research, Australia. 196p., 75pl.
- THOMPSON, H. AND N. FROST (1935). Plankton investigations. *Rept. Fish. Res. Lab. Newfoundland*, 2(5): 25-29.*
- TOKIOKA, T. (1937). Notes on salpas and doliolums occurring on the Pacific coast of middle Japan. *Annot. Zool. Japon.*, 16(3): 219-232, 2pl.
- (1951). Droplets from the plankton net. IX. Record of *Cyclosalpa bakeri* from Japanese waters. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 1(4): 183.

* 間接引用.

日水研年報 (4): 113-119, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 113-119, 1958.

熱帯・亜熱帯性動物—とくに魚類—の日本海への流入ならびに
その内部における移動に関する一考察

西 村 三 郎

A Short Note on the Penetration into and the Migration
in the Japan Sea of Some Tropical and
Subtropical Aquatic Animals

BY

SABURO NISHIMURA

Abstract

Many species of tropical and subtropical elements can be enumerated in the marine fauna of the Japan Sea, of which the followings are of particular significance with respect to their appearance in the coastal waters of Honshu, *i. e.*, they appear in this region during the period of the lowest water temperature (winter to early spring, next year) rather than during the high-temperature season of summer to autumn.

Canthidermis rotundatus (PROCE)

Mola mola (LINNAEUS)

Masturus lanceolatus (LIÉNARD)

Ostracion tuberculatus LINNAEUS

Iso flos-maris JORDAN et STARKS

Dermochelys coriacea (LINNAEUS)

Their appearance, quite similar to that of the porcupine puffer *Diodon holacanthus* LINNAEUS which was fully discussed in the previous paper of the author, may not be successfully explained unless taken into account the influence upon their drifts of the main stream of the Tsushima Current and the drift current generated by the northwest severe and lasting monsoon winds during winter.

It is discussed how important the rôle of the main stream of the Tsushima Current should be as a medium of transportation of not only tropical and subtropical species but also temperate-water animals in the Japan Sea, with particular reference to their migration in the northern areas of the sea.

I. ま え が き

日本海の高産動物相、とくにその沿岸帯の魚類相については、菊池 (1931, 1957), TARANETZ (1937), 片山 (1940), LINDBERG (1947), 柳井 (1950), 足田・三栖 (1952), 本間 (1952, 1954-57, 1955-57), 森 (1952, 1956), 吉田・伊藤 (1957) などの手によって次第にその様相が明らかにされてきたが、その結果、この海域は、各種の温帯性種のほか、下層冷水帯および極前線以北の冷水域には寒帯・亜寒帯性の種類が常時棲息しており、さらに夏季には極前線以南の海域の表層に熱帯・亜熱帯性種の顕著な出現をみるなどしてその魚類相を著しく変化に富みだしていることが明らかにされた。そして、日本海沿岸帯の魚類相のこのような多様性は、これまで、この水域の水温の季節変化が著しく大きいことと結びつけて説明されるのが常道であつた (たとえば、EKMAN (1953: 154-155), 吉田・伊藤 (1957) など)。しかし、なかには、この水温変化だけでは説明のつかぬような出現のしかたをする種類もある。筆者は、熱帯・亜熱帯性種であるハリセンボン *Diodon holacanthus* LINNAEUS についてこのことを指摘し、その出現状況を海水の流動のパターンによつて、すなわち、熱帯・亜熱帯性動物の日本海への進入に際して、輸送経路として対馬暖流強流帯の有する意義および冬の北西季節風によつておこされる吹送流の、これらの動物を日本列島沿岸に漂着せしめるうえに有する意義を重視する立場から説明した (西村, 1958)。本稿では、熱帯・亜熱帯性動物のなかには、これと同じ出現のしかたをするものがほかにもあることを指摘して、さらに日本海海盆内におけるハリセンボンの移動の概略として提出した仮説のなかで、種別的な重要性の裏づけをし、あわせて、日本海における海洋動物の分布、とくに熱帯・亜熱帯性種の日本海への進入およびその内部における移動に対して対馬暖流の有する意義の重要性についておこなう。

II. ハリセンボンと同様な出現状況を示す熱帯・亜熱帯性動物 若干の実例

本州の日本海沿岸において、ハリセンボンと同様な出現状態を示す動物、つまり、ほんらい熱帯・亜熱帯性種であるにもかかわらず、日本海沿岸においては、高水温期の夏一秋期には姿をみせず、かえつて低水温期である冬季に優勢に出現する動物としては、ハリセンボンのほか、さらに次のようなものを挙げることができるようである。簡単な註を付して下に列記する。

アミモンガラ *Canthidermis rotundatus* (PROCE)

田中 (1915) は、本種が1914年の11-12月に秋田県から石川県にいたる沿岸一帯に大群をなして漂着したことを報じている。同報告によれば、この魚はふだんはあまり眼にみえないものであり、また、漂着は強風時またはその後におこつたということである。

マンボウ *Mola mola* (LINNAEUS)

本種は日本海の沿岸ではあまり多いものではないが、主として冬季にみられる。石川県能登半島の外浦地方では12月から2月にかけて漂着するのをみる (筆者調査)。新潟県沿岸でも冬季に漂着し、* 最近の例では、1958年1月26日 (西蒲原郡内野町海岸) および1959年1月9日 (柏崎市海岸) にそれぞれ1頭の漂着が記録されている。ふるく「佐渡年代記」にも佐渡島における本種の冬季の漂着を報じた記録がある (貞享2年2月9日)。HONMA (1955-57: II) は佐渡達者の定置網で1955年6月6日にとれた中型の1標本を記載しているが、この季節には本種は稀なものである。北海道近海では冬ではなく夏にとれることはハリセンボンの場合と同様である。すなわち、「北海道漁業志稿」によれば、胆振国山越では6-8月に、日高国新冠および浦河では7-8月にとれる (胆振・日高両国以外では漁獲をみない)。概別では5月ごろにとれるという記録もある (佐藤, 1938)。

ヤリマンボウ *Masturus lanceolatus* (LIENARD)

本種も主として冬にとれる。HONMA (1955-57: III) は、1956年12月15日、佐渡達者付近の砂浜で暴風のあとであげられた1大型個体を報じている。両津湾の冬定置網でもときどき漁獲される (本間, 1957)。

ハコフグ *Ostracion tuberculatus* LINNAEUS

* 三島郡寺泊地方の住民は本種を“キナメ”と呼んでいる。“雪管め”の意で、これは本種が積雪のときに海岸に打ちまわられることに基いている。

HONMA (1955-57: III) によれば、1956年1月30日、暴風のあとに、佐渡達者の海岸に本種の幼魚2尾が漂着し、さらに1956年2月17日にも幼魚1尾が佐渡の高千でとれたという。新潟県岩船郡山北村の海岸でも、1957年11月、ハコブグ亜目 (*Ostraciontina*) の魚がときどき1~2尾くらいずつ定置網に入つた (筆者調査)。本州および北九州の西岸においては、ハコブグ亜目の魚類が冬季ハリセンボンとともに海岸にうちあげられたり、沿岸の定置網に入つたりすることがあるのはすでに報告した (西村, 1958)。

ナミノハナ *Iso flos-maris* JORDAN et STARKS

HONMA (1955-57: I) は本種を、1954年11月24日に1尾、1955年2月26日に11尾、佐渡達者附近で得たが、これは中部日本海からの最初の採集記録であったと述べている。

オサガメ *Dermochelys coriacea* (LINNAEUS)

本種も本州中部の日本海沿岸では秋のおわりから冬にかけて漂着する。植木 (1936) は1932年10月25日富山県神通川河口で1頭捕獲されたことを報じている。最近では、次のような捕獲記録を挙げることができる (いずれも1頭ずつ捕獲された):

1955年2月13日	新潟県能生沖
1958年2月1日	新潟県佐渡相川海岸
1958年2月6日	新潟県寺泊沖
1958年11月5日	石川県能都町宇出津海岸
1959年1月20日	新潟県佐渡両津湾

なお、このほかにも捕獲の記録があると思われるが、筆者は不幸にして未見である。ふるく“佐渡年代記”にはウミガメの漂着をのべた記録が10例ほどみられるが、なかには明らかにオサガメと推定されるものもある。たとえば、貞享2年 (1685年) 正月16日に相川海岸の千疊敷というところに漂着したものはその大きさ (“大い、尺余”) からみて明らかに本種である。このほかにもいくつかあると思われるが実確でない。オサガメ以外の種としてはアカウミガメ *Caretta caretta olivacea* ESCHSCHOLTZ が考えられるが、いずれにしても、漂着の時期がほとんど冬季に限られているのと同じである。そして、北海道沿海および北陸地方沿岸では本種は、ハリセンボン・マンボウと同様、夏季に出現するようである。たとえば、“北海道漁業志稿”によれば北海道沿海、あるいは、ウミガメが捕獲 (岡山越前より) 7月、日高国新冠および油川にて7~8月に捕獲されたが、このうちにはおそらくオサガメも含まれていることと思われる。本種が襟裳岬の沖でとれたのは昭和4年 (昭和4年9月9日)。昭和8年での記録では、青森県八戸近海にも毎年夏季にオサガメがとれている。* なお最近の記録では次のような事例をあげることができる: **

1952年5月	黒崎沖 100坪
1956年5月	宮古
1956年8月	銅路沖
1956年11月	臨屋崎沖 105里

また、気仙沼でも、例年8月ごろにオサガメが数尾捕獲されることがある。

以上のほか、次のような種類も同様な出現のしかたをする熱帯・亜熱帯性動物としてあげることができる:

アカマンボウ *Lampris regius* (BONNATERRE)

ニザダイ *Prionurus microlepidotus* LACEPÈDE

アイゴ *Siganus fuscescens* (HOULTUYN)

ホシフグ *Boesemanichthys firmamentum* (TEMMINCK et SCHLEGEL)

ハナオコゼまたはクロハナオコゼ *Pterophryne histrio* (LINNAEUS) or *P. ranina* (TILESUS)

カイトゴ *Argonauta argo* LINNAEUS

エビエングラゲ *Stomolophus nomurai* (KISHINOUE)

* 和田千蔵氏の高島存雄氏あての書信による。オサガメの漂着につき種々御教示をいただいた山階鳥類研究所の高島存雄氏に謝意を表す。

** 東北海区水産研究所 堀田秀之氏の御教示による。ここに厚く御礼申しあげる。

II. 考 察

前節でのべた熱帯・亜熱帯性動物の日本海本州沿岸部における出現状態は、ハリセンボンのそれと同様に、夏から秋にかけて、対島暖流のもつとも強勢な時期に、その主流帯につて、主として対島西水道を通過、日本海の沖合部を流されてきたものが、秋になつて北西の季節風が卓越しはじめるにつれて、それにより漂流さへおこされ南ないし南西に偏した吹送流に運ばれて、本州の沿岸に到達したのであると考えなければ理解できない。その詳細な機構については前報（西村，1958）でのべたので、ここではふたたびくりかえすことをひかえるが、ただ、北海道太平洋岸および三陸沿岸におけるこれらの動物の漂着機構について次に若干補足的のべておく。

津軽海峡西口で沿岸に収斂した対島暖流の強流帯は、その主要な部分を海峡を通して太平洋に流出させるといわれているが、そこを通過した水は東北東に流れて北海道の日高沿岸に達する。ここで2派に分れて、ひとつは襟裳岬に向い、ここから南ないし南西方向に転じて八戸近海に達し、さらに三陸沿岸にそつて南下する。いわゆる津軽暖流であつて、流速は0.5—1.5ノット程度といわれる。他の分派は日高沿岸にそつて西行し、噴火湾に流入する。日高沿岸および八戸近海は暖流がその陸岸につきあたり、そこで流向を転じる場所にあたっている（函館海洋气象台，1954a, 1954b, 1955a, 1955b, 1956a, 1956b, 1956c, 1956d; 飯塚・ほか，1958）。前にものべたように、マンボウ、ウミガメなどがこの両地域で夏季に捕獲されることは、このような暖流の状態を考慮するとよく理解される。すなわち、夏季、日本海の沖合部を通過する暖流強流帯につて運ばれてきたこれらの熱帯・亜熱帯性動物が海峡を通過して上記の地域に接岸・漂着したものであろう。9月以降になると、北海道太平洋岸および八戸・三陸沿岸への漂着が少くなるであろうことは、海流瓶の投入結果からも類推される（川上，1957）。

さて、前節であげた動物が、その生活形という見地から通観して注目される点がある。それは、これらの熱帯・亜熱帯性動物は、そのほとんどが強大な游泳力をもっているとは考えられない種類であるという点である。すなわち游泳動物とはいひながら、多分にフランクティックな性格を有すると思われる動物から構成されていることである。おそらく、これらの移動は海水の流動によつて大きく規定されるであろうから、このような、ハリセンボンに、また、おたからに似た生態を示す動物が同様な出現状況をするのはへつに不思議ではない。したがつて、これらの動物——今後一層詳細に調査することにより、その種類はさらに増加するものも予想される——は、日本海の動物群集のなかに見れば、何かのものははなかつた、独立した一つの生態的ニッチを構成するということが許されるであろう。^{*}そして、これらの出現状態は、日本海における対島暖流水系の移動および冬季の季節風による吹送流の動向を反映しているという点で、それらの水塊の指標者としての価値を有する群集であるといふことができる。

これに対して、同じ熱帯・亜熱帯性種でも、沿岸性の游泳動物（種々のギンポおよびハゼ類など）、その時期には沿岸系水生生理的に要求する動物（たとえば、トビウナ類は産卵のため沿岸に寄つてくると考えられる）、沖合性のものでも強大な游泳力を有する動物（ソウダカツツオ、マグロ、シイラなど）は、これとは多少異なつた移動経路をたどると思われるが、しかし、この場合にも、その分布・出現状況はやはり暖流の流動状態や冬季の吹送流の動向にかなりかなり影響されているとは否定できないであろう。たとえば沿岸性の熱帯・亜熱帯性動物は暖流の沿岸分枝によつて北方へはこぼれるものとすれば、この沿岸分枝流については、宇田（1934）、岡本（1938）、梶浦（1964）がそれぞれ年平均比重、水温偏差の相関、平均塩分にもつて推定しているように、その水塊の移動の速さは暖流強流帯の流速とくらべて著しく小さいので（梶浦・ほか，1958）、これらの動物は沿岸部だけにたづなりはこぼれて、各地の地先で夏から秋にかけてその出現をみるのであろうとも考えられるが、しかし、これらのなかには、稚魚時代には流れ藻につくなどして沖合を通つてはこぼれてくるものも相当あると思われるので（たとえば、ニジギンポ *Dasson tross-*

^{*} 熱帯・亜熱帯性魚類の幼体にはこのカテゴリーに属するものが多いと考えられる。これらの幼体はその成魚の分布域よりはるかに北方にまで発見される事實は、ふるくは田中（1933）がのべており、最近では内田・道津（1958）の報告にみることができるが、これはおそらく、幼期には表層性で、かつ、游泳力が弱く、その移動は暖流主流軸によつて規定され、したがつて、流れによつて速く分散させられることを物語っているであろう。

ulus (JORDAN et SNYDER), カワハギ *Stephanolepis cirrifer* (TEMMINCK et SCHLEGEL), タカノハダイ *Goniistius* など——内田・道津, 1958), この点では、やはり暖流強流帯の影響を受けているのであろう.* また、游泳力の大きな熱帯・亜熱帯性動物の移動についても、たとえば、マグロ *Thunnus thynnus* (LINNAEUS) が春期の北上回游のときには、少くとも中部以北の日本海沿岸では各地ともほとんど時を同じくして出現すること、夏から秋にかけて北海道の襟裳岬・噴火湾近海に大きな漁場が形成されたこと（ただし、暖流強勢時代）また、秋から冬にかけて小型魚が沿岸に来遊してくることなど（高山・安藤, 1934; 宇田・ほか, 1958）は、暖流強流帯の動向および北西季節風による吹送流の影響を考慮しなければうまく説明することはできないであろう。

ところで、ときには対馬暖流は熱帯・亜熱帯性動物を日本海のはるか北方にまではこぶことがある、たとえば、木下・今井 (1936) はサイトウ *Chirocentrus dorab* (FORSKAAL) の余市における出現を報じ、諫早 (1936) は樺太西岸・亜庭湾・多米加湾などにおけるマグロ *Thunnus thynnus* (LINNAEUS) の回游のべており、LINDBERG (1925) は Vladivostok 近海に出現する南方性の魚類32種をあげ、TARANETZ (1937) は Peter 大帝湾における暖流性魚類多数の出現を報じているが、そのなかには、ヒラ *Ilisha elongata* (BENNET), サイトウ、トビウオ *Prognichthys agoo* (TEMMINCK et SCHLEGEL), マグロ、バシヨウカジキ *Histophorus orientalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL), シイラ *Coryphaena hippurus* LINNAEUS, ハリセンボン *Diodon holacanthus* LINNAEUS, マンボウ *Mola mola* (LINNAEUS) などの名称がみられる.** これらは対馬暖流強流帯のはじめの部分、すなわち東鮮暖流によつて直接的にはこぼれたともみることができらうが、また最後まで強流帯にのつて日本海の北方水域に達し、北海道の西方海域：奥尻島と神威岬との間において左折する海流にのつて、あるいはまた、樺太西岸から左折する流れにのつて沿海州に達したものもあるにちがいない.*** この北海道西方海域において西に転じる強流帯はほぼ定常的に存在しているものであり（海上保安庁, 1950, 1951; 梶浦・ほか, 1958; 飯塚・ほか, 1958）、熱帯・亜熱帯性動物、さらに温帯性動物の北部日本海における移動を規定するうえに大きな影響を有するであろうことは想像にかたくない。上述の沿海州沿岸における南方系魚類の出現のほかにも、たとえば、ハリセンボンの北部日本海沿岸における漂着状況などは、このような暖流の流動状態を考慮することによつて一層明快に説明されるであろう。すなわち、暖流強流帯にのつて北部日本海にまで来遊しきつたハリセンボン群のかなりの集団がこの西向きによつてふたたび沖合に転じ、沿海州沿岸に到達するものも幾分あったらうが、大部分は沿海州寒流あるいは日本海中央寒流（宇田, 1952）の南下流によつて日本海の中央部に向い、その環流域に滞留、これが北西季節風による吹送流の卓越化にともなつて次第に本州沿岸におしながされて、中部以南の本州および北九州の各地に顕著な集団接岸現象をおこすと想像される。北海道および本州北部においてハリセンボンの出現が稀なことはこうして一層容易に理解されるであろう（西村, 1958）。このような海水の流動状態は海流瓶の漂着状況にも反映されており、初夏のころ、北海道の西方海域で投入されたものが150~250日後に島根県・能登半島近海に漂着することのあるのが知られている（飯塚・ほか, 1958）。

以上のべたことは、とり熱帯・亜熱帯性動物にとどまらず、温帯性動物の場合にもあてはまるであろうことは容易に想像されるであろう。したがつて、これから、日本海本州沿岸部の動物相、とくにその年間における消長・動態に対して、海水の流動、とりわけ、対馬暖流強流帯と冬季の季節風による吹送流とがいかに関与しているかが理解されるのである。

IV. 要 約

ほんらい熱帯・亜熱帯性種でありながら、日本海本州沿岸部では、高水温期の夏一秋季よりも低水温期の冬季に出現する動物としては、ハリセンボンのほかに、次のようなものをあげるができる：

* HONMA (1955—57) は、佐渡島においてこのような出現状況を示すと推定される熱帯・亜熱帯性魚類を若干あげている。

** いずれも対馬暖流の強勢な時期（1925—1940年）における記録であるのは注目される。

*** VEDENSKY (1954) は、日本海産マサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOUTUYN) の回游について、後者のような移動経路をとるもののあることを想定しているが、同様のことはマイワシ *Sardinops melanosticta* (TEMMINCK et SCHLEGEL), カタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOUTUYN) などについてもいえるであろう。

アミモンガラ, マンボウ, ヤリマンボウ, ハコフグ, ナミノハナ, オサガメ.

これらの動物の上述のような出現状況は, 日本海における対馬暖流強流帯の動向および冬季の北西季節風による吹送流の卓越を考慮しなければうまく説明することができない. 日本海における熱帯・亜熱帯性動物の出現・移動に対して対馬暖流強流帯がその輸送経路としていかに大きな意義をもっているかを, とくに日本海北部水域に焦点をおきながら論じた.

おわりに, 本研究を進めるうえで種々御教示を賜わった日本海区水産研究所の伊東祐方, 深滝弘, 岡地伊佐雄の諸氏に御礼申しあげる.

引用文献

- EKMAN, S. (1903). *Zoogeography of the sea*. Sidgwick & Jackson, Ltd., 417p.
- 函館海洋気象台 (1954a). 昭和28年夏季三陸沖海洋観測報告 (第1報). 中央気象台海洋報告, 3 (3): 1-6.
- (1954b). 昭和27年春期・夏期海洋観測報告 (第1報). 同上, 3 (4): 1-12.
- (1955a). 昭和29年三陸沖海洋観測報告 (第1報). 同上, 4 (1): 25-45.
- (1955b). 昭和30年5—6月三陸沖海洋観測報告. 同上, 4 (3): 11-16.
- (1956a). 昭和30年8—9月三陸沖海洋観測報告. 同上, 4 (4): 13-21.
- (1956b). 1956年5—6月三陸沖海洋観測報告. 気象庁海洋報告, 5 (3)*: 2-16.
- (1956c). 1956年8月三陸沖海洋観測報告. 同上, 5 (4): 1-12.
- (1956d). 1956年7月津軽海峡海洋観測報告. 同上, 5 (4): 13-21.
- 北田豊治・三村寛 (1952). 魚類調査 (昭和26年度). 北部日本海深海魚類調査報告, (5): 2-10.
- 北海道水産協会刊行 (1935). 北海道漁業志稿.
- 本間義治 (1952). 新潟県魚類目録. 魚雑, 2 (3): 138-145; 2 (4/5): 220-229.
- (1957). 新潟県魚類目録. 補訂 (V). 魚雑, 6 (4/5/6): 109-112.
- HONMA, Y. (1954-57). On the rare bottom-fishes found in the vicinity of Province Echigo and Sado Island of the Japan Sea. I-III. *J. Fac. Sci. Niigata Univ.*, Series 2, 2 (1): 5-9; 2 (2): 49-18, 2 (4): 103-109.
- (1955-57). A list of the fishes found in the vicinity of Sado Marine Biological Station. I-III. *J. Fac. Sci. Niigata Univ.*, Series 2, 2 (2): 49-60; 2 (3): 79-87; 2 (4): 111-116.
- 飯塚篤・ほか (1958). 北海道対馬暖流海域の近年の海況と漁況. 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯 (漁況・海況篇): 455-550.
- 諫早隆夫 (1936). 樺太沿岸の鯖 (*Thunnus orientalis* T. & S.) に就て. 北水試事業旬報, (313): 11-13.
- 海上保安庁 (1950). 昭和23年夏の対馬海流及び宗谷海流流域の海象. 水路要報, 増刊号 (海象篇): 25-76.
- (1951). 昭和25年8—9月における日本海の海象. 水路要報, (23): 72-73.
- 尾田欣三郎 (1951). 日本海上層水系の季節変化. 対馬暖流開発調査研究報告, (1): 33-36.
- ・ほか (1958). 日本海の家況の分析. 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯 (漁況・海況篇): 158-170.
- 片山正夫 (1940). 富山湾海産魚類目録. 富山博物学会誌, (3): 53-80.**
- 川上喜代四 (1957). 津軽海峡西口における漂流瓶投入結果について (第1報). 日本海洋学会誌, 13 (4): 131-137.
- 菊池勘左衛門 (1931). 富山湾生物調査目録一冊. 富山教育, (206): 1-34.**
- (1937). 富山湾生物相の概要. 博物学会誌, (5): 8-11.**
- 木下虎一郎・今井晴一 (1936). 余市で獲れたサイトウ (西刀). 北水試事業旬報, (331): 12.
- LINDBERG, G. U. (1928). Southern elements in the fish fauna of Peter the Great Bay (Sea of Japan). *C. R. Acad. Sci. USSR***
- (1947). A preliminary list of fishes of the Japan Sea. *Bull. Pac. Sci. Inst. Fish. Oceanogr.*, (25): 125-206 (in Russian).**

* 第5巻1号から“中央気象台海洋報告”はこのような改称した。
 * 直接に参照できなかった。

- 森 為三 (1956). 山陰地区隠岐群島を含む及びその附近海域の魚類に就て. 兵庫農大紀要, 2 (3): 1-62.
- MORI, T. (1952). Check list of the fishes of Korea. *Mem. Hyogo Univ. Agr.*, 1 (3): 1-228.
- 西村三郎 (1958). 日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について. I—IV. 日本海洋学会誌, 14 (2): 53-58, 59-63; 14 (3): 103-107, 109-116.
- 岡本五郎三 (1938). 対馬海流の流域に於ける水温の相関々係に就て. 日本会誌, 7 (1): 17-20.
- 佐渡郡教育会刊行 (1935-38). 佐渡年代記 (上・中・下).
- 佐藤二次郎 (1938). 北海道幌別漁村生活誌. アチック・ミュー・ブックス社, (19), 299+11p.
- 高山伊太郎・安藤精治 (1934). 漁業連絡試験報告, 其二. 昭和5年日本漁業調査報告, (5): 1-21.
- 田中茂穂 (1915). アモモンガラ日本海沿岸に襲来す. 動雑, 27 (317): 159-160.
- (1933). 有用有害観賞水産動植物図説 (魚類). 74-350, 大地書院.
- TARANETZ, A. J. (1938). Kratky opredeliteli ruip sovetskovo dalinevo vostoka i prilezhashchikh vot. *Izvestija TINRO*, (11): 1-200 (in Russian).
- 内田惠太郎・道津善衛 (1958). 対馬暖流水域の表層に現われる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流調査調査報告書, 第2輯 (卵・稚魚・プランクトン篇): 3-65.
- 宇田道隆 (1934). 日本海・黄海・オホーツク海の平年各月海況 (連絡試験調査). 水試報告, (5): 191-236.
- (1952). 日本海の時況変動について (予報). (付. 昭和23年冬春日本海側沿海の“アミ”大漁と海況). 日水研3周年記念論文集: 291-300.
- ・ほか (1958). 対馬暖流開発調査報告書, 第1輯 (漁況・海況篇). 水産庁, 539p.
- 植木忠夫 (1936). 富山湾の漂流動物に就て. 動雑, 48 (4): 227.
- VEDENSKY, A. P. (1954). Biologija dalinevostochnoi skumbrii v Japonskovo More. *Izvestija TINRO*, (42): 1-94 (in Russian).
- 柳井柳一 (1950). 山陰の魚類. 動雑, 59 (1): 17-22.
- 吉田裕・伊藤健生 (1957). 日本海の魚類相. 水講研報, 6 (2): 261-270.

日水研年報 (4): 121-133, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 121-133, 1958.

対馬暖流水域におけるマイワシ当才魚の脊椎骨数¹

渡 辺 和 春

Variation in the Vertebrae Number of O-Age Sardine in the Tsushima Current Region of the Japanese Islands

BY

KAZUHARU WATANABE

Abstract

A discussion was made on the variation in vertebral count of the O-age sardine caught in the Tsushima Current region of the Japanese Islands, taking use of statistical data obtained during the period 1953-1956. The results are briefly summarized as follows:

1. A year-to-year variation in vertebral count was observed for the fish caught off the Japan Sea coasts north of Wakasa Bay, while no such variation was remarked for those fished off the Honshu coasts west of Hyogo Prefecture and off western Kyushu.

2. In addition to the year-to-year variation, the O-age sardine in the northern Japan Sea showed a local variation in the vertebrae number. A comment was given concerning the cause for these variations.

3. The standard deviation of sample mean vertebral count by regions and year-classes, which ranges from 0.027 to 0.197, is small for the fishes from west Kyushu and southern Honshu, but large for those from Mutsu Bay, Aomori Prefecture.

4. With the local variation in vertebrae number into account, a trial was made to estimate the nursery grounds of the O-age sardine caught in respective fishing areas of the Japan Sea.

5. The present study may be said a step advanced towards the reinforcement of the hypotheses proposed by previous authors concerning the migration of young fish and the origin of adult sardine fished in the central and northern Japan Sea.

I. 緒 言

いわし類の脊椎骨数の変異を測定して種族的な差異や発生時の環境を推定しようとする研究が行われてい

¹ 昭和32年10月 日本水産学会秋季大会(函館)で発表。

るが、そうした脊椎骨数の変異が、遺伝的な形質によるか又は環境によつて生起するか現在解明されていない。しかしながら、現在のところ両者を分離して考えることは不可能であろう。筆者は脊椎骨数の変異性の差を以て相対系統を異にするものの一応の指標として研究を進めることにした。

最近について横田・浅見 (1956)、山中・伊東 (1957) 等は脊椎骨数について調査した既往の多獲期の資料を比較検討した結果、相当変異の存在することが知られるようになった。これを手がかりとして近年におけるイワシ資源の変動とそれの漁獲量領域、則ち産卵期とを論議しているような状況である。

このようなイワシ資源変動を追究する一つの有力な資料として脊椎骨数の問題が重要視されている。

筆者 (1955) はさらに1953年度の資料から日本海のマイワシ脊椎骨数の変異について報告したが、さらにその後の資料を追加し、対馬海峡才域におけるマイワシ当才魚の脊椎骨数の変異について検討したのでここに報告する。

I. 方 法

調査材料は、いわし資源調査計画に基づき、西海区、日本海区の各地から集められた1953—1956年までのマイワシ当才魚の脊椎骨資料を用いた。なお、脊椎骨数はurostyleを含めて計測した。

第1表に示すように供試材料は地域によつて必ずしも経年的に流行されてゐないし、かつ、供試された標本は平均体長50mm以上の体長群を重点に実施した場合が多くあり、標準偏差も、この地域により、年度により系統的に行われていない。したがつて統計量を取扱う場合その点考慮して吟味しなければならぬ。

II. 結果及び考察

(1) 年級間の変異

マイワシ当才魚が年級ごとにどのような平均脊椎骨数の変異を示すか、そしてその変異は標本採集による偏りによつて生ずるか、それとも発生環境（とくに産卵時水温）が毎年変つたためによるものか、またはさらに発展して地域的に補給されてくる水域が海流に関連して年ごとに変動を示すかどうか等について一応検討してみた。

第2表は1953—1956年の各地の群平均脊椎骨数（1群15尾以上の標本）の分布を示し、第3表は各地域における年級間及び年級内の標本の平均脊椎骨数の変動について分散分析の検定結果を示し、さらに第1図は地域ごとの平均値の差についてF-検定の結果を示したものである。群平均脊椎骨数の頻度分布の階級は横田 (1953)、浅見・花岡 (1957) 等にしたがつた。

九州 西岸

群平均脊椎骨数の散らばりをみると、1953年及び1954年級は小さく、ほぼ近似しているが1955年級はもつとも大きい。

年級別に総括した平均脊椎骨数をみると（以後総平均値と呼ぶ）、1954年はやや高く、1953年と1955年級は低く、ほぼ近似し、両者の平均値の間に危険率5%以下で有意の差がみ

Localities	Year class	'53	'54	'55	'56
Kyusyu coast	1953		●	○	
	1954			●	
	1955				
	1956				
Yamaguchi Shimane	1953		○		○
	1954				○
	1955				
	1956				
Tottori -Hyogo	1953				
	1954				○
	1955				
	1956				
Wakasa Bay	1953		○	○	●
	1954			○	●
	1955				○
	1956				
Toyama Bay	1953			●	●
	1954				
	1955				○
	1956				
Mutsu Bay	1953		●	○	
	1954			●	
	1955				
	1956				

- Insignificant with 5% probable error.
 ● Significant with 5% probable error.
 ○ Insignificant with 1% probable error.
 ● Significant with 1% probable error.

Fig. 1. Test of significance of difference in mean value of vertebrae number between different year classes.

Table 1. Frequency distribution of mean value of the body length in O-age sardine.

Localities		Kyushu coast			Yamaguchi-Shimane			Tottori-Hyogo	
Mean value of the body length	Sampling date Year and month	1953 VII~XII	1954 VII~XII	1955 II~XII	1953 II~XI	1954 IV~VI	1956 V~VIII	1954 VI	1956 V~VII
	(mm)								
10 ~ 19		-	-	-	-	-	-	-	-
20 ~ 29		-	12	2	5	7	-	2	-
30 ~ 39		-	18	15	1	3	-	8	-
40 ~ 49		-	17	6	4	4	-	4	4
50 ~ 59		-	5	2	1	1	1	-	5
60 ~ 69		-	2	3	3	0	3	-	5
70 ~ 79		-	0	2	1	1	5	-	0
80 ~ 89		-	0	5	1	2	7	-	5
90 ~ 99		6	3	7	3	-	-	-	-
100 ~ 109		5	5	10	4	-	-	-	-
110 ~ 119		14	4	3	1	-	-	-	-
120 ~ 129		18	5	4	-	-	-	-	-
130 ~ 139		4	5	17	-	-	-	-	-
140 ~ 149		1	12	8	-	-	-	-	-
150 ~ 159		3	4	4	-	-	-	-	-
160 ~ 169		-	1	3	-	-	-	-	-
Total		51	93	91	24	18	16	14	19

Localities		Wakasa Bay				Toyama Bay			Mutsu Bay		
Mean value of the body length	Sampling date Year and month	1953 V~X	1954 V~XII	1955 VI~XI	1956 V~XI	1953 VII~K	1955 XII	1956 V~XII	1953 VII~XI	1954 VII~XI	1955 VII~XII
	(mm)										
10 ~ 19		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ~ 29		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
30 ~ 39		-	-	0	-	-	-	-	-	-	-
40 ~ 49		-	-	1	-	-	-	1	1	6	1
50 ~ 59		-	1	0	-	-	-	2	0	8	2
60 ~ 69		3	3	4	2	3	-	6	2	34	3
70 ~ 79		2	5	9	1	1	-	10	2	18	4
80 ~ 89		0	10	3	4	2	-	15	0	2	0
90 ~ 99		1	8	5	2	2	-	10	3	8	3
100 ~ 109		1	5	7	8	-	-	5	0	4	7
110 ~ 119		-	1	3	5	-	5	1	7	-	5
120 ~ 129		-	-	-	3	-	-	-	-	-	2
130 ~ 139		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
140 ~ 149		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
150 ~ 159		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160 ~ 169		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total		7	33	33	25	8	5	50	15	80	28

Table 2. Frequency distribution of mean value of the number of vertebrae in O-age sardine.

Localities Year class Mean vertebrae number	Kyushu coast			Yamaguchi-Shimane coast			Tottori-Hyogo coast	
	1953	1954	1955	1953	1954	1956	1954	1956
.12~.07	—	—	—	—	—	—	—	1
.06~.02	—	—	—	—	—	—	—	0
51.01~.96	—	—	1	—	—	—	—	0
.95~.91	—	—	0	—	—	—	—	0
.90~.85	—	3	0	—	—	—	—	1
.84~.79	—	4	5	1	1	—	—	2
.78~.75	1	6	4	3	3	—	2	1
.74~.70	2	14	8	1	5	—	5	3
.69~.65	4	15	12	5	1	3	0	2
.64~.59	17	27	15	4	0	2	3	2
.58~.54	14	14	10	1	3	6	2	1
.53~.49	9	6	16	3	1	2	0	3
.48~.43	4	3	11	1	4	2	1	2
.42~.38	—	1	3	2	—	0	1	0
.37~.32	—	—	2	2	—	1	—	1
.31~.26	—	—	2	1	—	—	—	—
.25~.21	—	—	2	—	—	—	—	—
Number of group	51	93	91	24	18	16	14	19
Number of individual	4888	4936	2061	995	678	644	313	405
Mean vertebral number	50.588	50.620	50.579	50.578	50.617	50.559	50.620	50.612
Standard deviation	0.53	0.54	0.58	0.51	0.50	0.51	0.57	0.55
Standard deviation of group	0.07	0.095	0.133	0.135	0.143	0.083	0.104	0.170

Localities Year class Mean vertebrae number	Wakasa Bay				Toyama Bay			Mutsu Bay		
	1953	1954	1955	1956	1953	1955	1956	1953	1954	1955
.06~.02	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
51.01~.96	—	—	—	—	—	—	—	0	—	1
.95~.91	—	—	—	2	—	1	1	0	1	1
.90~.85	—	3	3	4	—	0	2	3	6	1
.84~.79	—	3	2	3	1	1	11	3	5	1
.78~.75	1	3	6	9	1	1	7	0	4	6
.74~.70	1	4	3	3	1	1	10	4	8	4
.69~.65	1	5	6	1	0	0	10	1	9	2
.64~.59	2	4	6	2	1	0	4	1	8	4
.58~.54	1	6	4	0	1	1	4	1	12	3
.53~.49	1	1	0	1	0	—	1	1	9	1
.48~.43	—	1	2	—	2	—	—	—	5	1
.42~.38	—	3	0	—	0	—	—	—	4	3
.37~.32	—	—	1	—	1	—	—	—	4	—
.31~.26	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.25~.21	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
.20~.15	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
.14~.09	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
.08~.03	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—
50.02~.97	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Number of group	7	33	33	25	8	5	50	15	80	28
Number of individual	368	1270	647	556	201	160	1711	283	1507	522
Mean vertebral number	50.611	50.649	50.682	50.761	50.561	50.831	50.725	50.756	50.571	50.667
Standard deviation	0.53	0.54	0.56	0.52	0.55	0.57	0.55	0.60	0.60	0.60
Standard deviation of group	0.027	0.123	0.134	0.105	0.167	0.115	0.097	0.131	0.197	0.150

られている。しかし、年級内標本ではその変動は認められなかった。

Table 3. Analysis of variance of mean vertebrae in O-age group of sardines between different year classes.

Localities	Year class	Mean vertebrae number and standard deviation	Number of individual	Analysis of variance of mean vertebrae number		
				Squares of variation	d. f.	Mean square
Kyushu coast	1953	50.588 $\pm$ 0.53	4888	Between year class	2	1.9261***
	1954	50.620 $\pm$ 0.54	4936	Errors	11882	0.2988
	1955	50.579 $\pm$ 0.58	2061	Sample within year class	235	0.3502
				Individual	11647	0.2978
Yamaguchi-Shimane coast	1953	50.578 $\pm$ 0.51	995	Between year class	2	0.5823
	1954	50.617 $\pm$ 0.50	678	Errors	2314	0.2782
	1956	50.559 $\pm$ 0.51	644	Sample within year class	58	0.5458***
				Individual	2256	0.2713
Tottori-Hyogo coast	1954	50.620 $\pm$ 0.51	313	Between year class	1	0.0104
				Errors	716	0.3211
	1956	50.612 $\pm$ 0.55	405	Sample within year class	33	0.4600
				Individual	683	0.3143
Wakasa Bay	1953	50.611 $\pm$ 0.53	368	Between year class	3	2.1681***
	1954	50.649 $\pm$ 0.54	1270	Errors	2837	0.2956
	1955	50.682 $\pm$ 0.56	647	Sample within year class	98	0.3777
	1956	50.761 $\pm$ 0.52	556	Individual	2739	0.2926
Toyama Bay	1953	50.561 $\pm$ 0.55	301	Between year class	2	4.7059***
	1955	50.831 $\pm$ 0.57	160	Errors	2169	0.3151
	1956	50.725 $\pm$ 0.55	1711	Sample within year class	63	0.3984
				Individual	2106	0.3126
Mutsu Bay	1953	50.756 $\pm$ 0.60	283	Between year class	2	5.9337***
	1954	50.571 $\pm$ 0.60	1507	Errors	2309	0.3716
	1955	50.667 $\pm$ 0.60	522	Sample within year class	123	0.5405***
				Individual	2186	0.3626

***.....Significant with 1% probable error.

以上の結果からただちに発生環境による年級変動と解釈するには問題がある。すなわち、第1表に示すように毎年ほぼ所収した体長群を資料としていないし、また、発生した時期も多少異つていゝるようと思われるので、年級間の差異は発生環境の差とみるよりも、漁獲時期、方法等の偏りによつて生じたものとす。年級変動とみた方が妥当と考えるが、今後さらに検討する必要がある。

山口—島根県沿岸

群平均脊椎骨数の散らばりをみると、1953年及び1954年級は比較的大きいが、1956年級は小さい。したがって、年級内の標本間ではその変動が認められるようである。

年級別総平均値では1954年級がわずかに高く、1953年及び1956年級は低く、その差は僅少で有意の差は認められなかった。

以上の結果から年によって同一発生群に属さない群も含まれているなどの資料の不備はあるが、この地域では年級変動は認められないようである。

鳥取—兵庫県沿岸

1954年の群平均脊椎骨数の散らばりは小さいのに、1956年は極めて大きい。しかし、年級内の標本間ではその差は認められなかった（危険率1%以下）。

一方、総平均値では1954年及び1956年級とも近似していることから兩年とも同一発生環境に由来する群であろう。

若狭湾

群平均脊椎骨数の散らばりをみると、1953年は標本は僅少であるがもつとも小さく、1954年及び1955年級はほぼ近似し、わずかに大きく。また、1956年級は標本平均値の散らばりは小さいが一般に高い平均値の階級に分布している。

年級別の総平均値をみると経年的に高い傾向を示し、とくに、1956年級の高いのが注目される。したがって、1956年級と1953年及び1954年級の平均値の間に有意の差が認められ、他の年級間ではその差は認められなかった（危険率1%以下）。

以上の結果から明らかに年級変動を示しているものと考えられる。

一般に若狭湾では標本平均値の散らばりは例年小さく、年級内の標本間の変動も小さかった。この海域では毎年標本が系統的に採集されているにもかかわらず年によって平均脊椎骨数が大きく変動を示すのは如何なるためであろうか。すなわち、1956年のものは1953、1954、1955年のものに比べてとくに高い平均値を示すのは、この年の春期において日本海沿岸一帯平年に比べて、異常な低温を示したのに由因するとみられる。

この年の大羽いわしの初魚も1955年に比べて鳥取県沿岸では20日、石川県沿岸では7日、新潟県及び青森県西岸ではそれぞれ約10日おくれた。

一方、若狭湾の当才魚は大部分鳥取—福井県沿岸の産卵に由来するものと推定されるので、鳥取県沿岸の漁期の最盛期（主産卵期水温）をみても例年4月中旬の水温は14—15°Cであるのに対し、1956年は12—13°Cの低温であつた。

京都府水試（1956）によると、1956年のいわし漁期中の若狭湾沖合の水温は1955年のものに比較すると、1956年は前年にみられない異常の低温を示した。したがって、1956年のマイワシの産卵は水温の低かつた4、5月の候に行われたものが多かつたので平均脊椎骨数が高くなつただろうと考察している。

以上の事実から若狭湾の平均脊椎骨数の年級変動は発生環境（とくに、水温）によって左右されるものと考えられる。

富山湾

1953年及び1955年とも標本は僅少であるが、群平均脊椎骨数の散らばりは1953年は大きく、1955年及び1956年は小さい。

総平均値では1953年は低く、1955年及び1956年は極めて高く、年によって大きく変異を示しているが、年級内の標本ではその変動は認められなかった。

一般に能登西岸で産卵されたものが海流によつて能登半島・緑剛崎沖合を流れることもあり、あるいは緑剛崎沿岸から富山湾に多量に入る場合もある（笠原、1956；1957）。すなわち、年により、あるいは時期によつて変動するから富山湾への稚仔の添加量も年により時期により変動すると考える。

以上の点から一応推測すると、1953年のものと1955年のものとの間には平均値の差が顕著にみられる。しかし、第1表に示すように標本は僅少で標本の偏りも考慮しなければならぬが、おそらく、1953年のもの

は能登西岸において、5月中旬以降の高温時に産卵されたものであり、1955年のものは4月中の低温域で産卵されたものが多く湾内へ補給されたものでなかろうか。

1956年のものはかなり系統的に標本が蒐集をされていくにもかかわらず、やはり、群平均値を示す値が多く、能登西岸で低温域の産卵に由来する群と推定される。前述したように、この年は異常な低温を示したことも要因するが、例年能登西岸で4月中旬15.0℃以下の低温時でも相当親魚が来遊しに卵している事実からこれらの発生群とも関連があろう。

以上のような能登西岸では後述するように、他の海域と多少発生環境（産卵時水温）が異なっていること及び年により、また、時間によって潮流の傾向で異なる上、山陰沿岸一帯、抱石の補給量に変動がある等かなり複雑な要素を示しているといえよう。

陸奥湾

群平均脊椎骨数の分布をみると、1953年級は1955年級より高い階級に分布しているが標本平均値の散らばりはほぼ近似しているのに対し1954年級は標本平均値の散らばりは極めて大きく、群平均脊椎骨数 50.64以下の低い群が多く出現している。

一方、群平均値も同様1953年は高く、1954年は低く、1955年は両年級よりも中間値を示し、明らかに変異を示している。

とくに、年級別の平均値でも、あるいは年級内の標本間に顕著な変異を示す。1954年級でも、1953年及び1955年級のものと同じ一年級内の標本では既に要動は大きくなっている。同一発生群に属するものといえよう。

しかし、1953年の供試材料は蟹田のみ水揚げのもので湾内の船岡、油川等の各調査地から蒐集したものではない。林（1957）は1953年の陸奥湾内の蟹田・油川の両水揚げ地の体長組成は極めて異なり、時期的体長組成の推移から蟹田で水揚げされたものは同一系群に属するといえるが油川のは明らかに漁業の対照となつた系統群は交替しているとしている。1954年級は今回の脊椎骨数の変異の様相からも明らかに異なる幾つかの系群が湾内へ来遊していると解される。

青森県水試（1955）では1954年の当才魚について標本別の平均体長から二つの成長傾向が認められる。大型群をA、小型群をBとして成長曲線を推定すれば、

$$\ell_A = 44.232 \log x - 34.880$$

$$\ell_B = 44.787 \log x - 41.157$$

（このxは暦による月数）

で表わされ、その成長曲線は発生時期を異にするだけで、その成長傾向は同一であるとし、Aの曲線で表わされる群の平均脊椎骨数は 50.750 ± 0.533 で、Bのそれは 50.562 ± 0.650 で両者の間に有意の差が認められるとしている。また、林（1957）も同資料で同様な考察をしている。

以上のことから陸奥湾では年によつて平均脊椎骨数が変動するのみならず、1954年級のように一年級内でも発生時期（発生環境）を異にした系群が湾内に来遊していることが示されている。このことは年による北部日本海の沿岸条件が大きく影響していることが推察される。

以上水域別の年級変動を考察したが、地理的に見て、山陰沿岸一帯、抱石に北上する群及び山陰以西日本海の南方水域では顕著な年級変動を示さない（山陰沿岸以西南方水域の産卵に由来する群）のに若狭湾以北日本海一帯は著しい。取県以北日本海一帯に由来するもの、山陰、両岸の北上と、相違をみると、九州西岸及び山口一島根県沿岸の親魚の来遊は水温の下降期から上昇期で、産卵期水温は14—18℃で、主産卵期水温は14—16℃であるが、鳥取県以北日本海では産卵期水温は11—17℃で、主産卵期水温は13—15℃で、かつ11—13℃の低温域でも相当産卵が行われている。とくに、能登西岸では例年その傾向が強い、ま

＊ 笠原（1955）は能登西岸で海流瓶、海流筒等を投入し、春季日本海の北部海域の表層流を調査し、北海道西岸への北上と津軽海峡への流入割合をみると、1951、'55、'56年と経年的に湾内への流入割合が大きく、1951、'55年と津軽海峡河口から北海道西岸への北上の傾向があり、1955年に逆に下降期からの南下の傾向が顕著であったと報告している。また、林（1957）によれば、山陰沿岸一帯、抱石による小・中羽いわしの漁獲量は1948—1951年の間見聞上の明瞭な周期を示したが、この周期は1955年にみられなかった。なお、1951年より漁獲量が多かったが、当漁場における漁獲物組成は極めて複雑であつたことが注目されるとして、し。

た、50m層では水温の躍層と関連して地域的な差はさらに顕著であり、南方水域と日本海北方水域では様相を異にしている。

もちろん、対馬暖流の北上勢力の経年変動とも関連するが、一般に若狭湾以北日本海では13℃以下の低水温で発生した群の補給量如何によって著しい当才魚群の年級変動を示すものと考えられる。換言すれば、九州西岸及び山口—島根県沿岸の産卵時の水温の変動が少ないのに、鳥取県以北日本海では比較的変動を示すと同時に春期北部日本海で発生した稚魚が海流によって、その分布を左右されるため地域的にそれぞれ著しい年級変動を示すものと思われる。

(2) 地域間の変異

資料をみると、毎年各地のものを継続採集していないが、一応蒐集した標本について年級別地域間の平均脊椎骨数の変異について考察することとした（第4表）。

Table 4. Analysis of variance of mean vertebrae number in O-age group of sardines between different localities.

Year class	Localities	Mean vertebrae number and standard deviation	Number of individual	Analysis of variance of mean vertebrae number		
				Squares of variation	d. f.	Mean square
1953	Kyushu coast	50.588 ± 0.53	4888	Between Localities	4	2.5988***
	Yamaguchi-Shimane	50.578 ± 0.51	995	Errors	6830	0.2882
	Wakasa Bay	50.611 ± 0.53	363	Sample within Localities	105	0.5570***
	Toyama Bay	50.561 ± 0.55	301	Individual	6725	0.2340
	Mutsu Bay	50.756 ± 0.60	233			
1954	Kyushu coast	50.620 ± 0.54	4936	Between Localities	4	1.1319***
	Yamaguchi-Shimane	50.617 ± 0.50	678	Errors	8699	0.3069
	Tottori-Hyogo	50.620 ± 0.54	313	Sample within Localities	238	0.4475***
	Wakasa Bay	50.649 ± 0.50	1270	Individual	8461	0.3029
	Mutsu Bay	50.571 ± 0.60	1507			
1955	Kyushu coast	50.579 ± 0.58	2051	Between Localities	3	4.7422***
	Wakasa Bay	50.682 ± 0.56	647	Errors	3386	0.3417
	Toyama Bay	50.831 ± 0.57	160	Sample within Localities	157	0.3731
	Mutsu Bay	50.667 ± 0.60	552	Individual	3229	0.3402
1956	Yamaguchi-Shimane	50.559 ± 0.51	644	Between Localities	3	6.1204***
	Tottori-Hyogo	50.612 ± 0.55	405	Errors	3312	0.3052
	Wakasa Bay	50.761 ± 0.52	556	Sample within Localities	110	0.3117
	Toyama Bay	50.725 ± 0.55	1711	Individual	3202	0.3049

***.....Significant with 1% probable error.

1953年級

筆者（1955）はさきに1953年のものについて、富山湾以西の日本海水域の当才魚の脊椎骨数は、地域的変異がなく、また、九州西岸五島灘当才魚との間でも変異が認められないことを報告したが、今回は九州西岸の各地域の標本と、さらに、陸奥湾内の資料を追加し、再検討することとした。

第1表に示すように、九州西岸及び山口—島根県沿岸の平均値は極めて近似しているが、若狭湾ではわず

かに高く、富山湾ではもつとも低く、さらに、陸奥湾ではもつとも高い平均値を示している。

一方、水揚げ地域内でも変動が認められるので、地域内でも同一系群ばかりとはいえない。地域間平均値の検定結果、陸奥湾のものと各地域・間に変異が認められた(第2図)。したがって、陸奥湾の資料を加えると、前回の結果と異なり、1953年級もやはり地域の変異を示している。しかし、富山湾以西日本海及び九州西岸の各地では前回と同一地域間の変異が認められなかった。このことは富山湾以西日本海及び九州西岸の各地のものは、発生時期及び発生場所は異なるであろうが同一産卵時水温のもので発生した集団であり、陸奥湾のものは日本海北部沿岸で早期比較的高温域の産卵に由来するものが湾内へ補給され、漁獲の対象となつたためと解される。

1954年級

九州西岸—若狭湾水域の各地の平均脊椎骨数は50.617—50.649で変異は小さいが、陸奥湾では50.575±0.608でもつとも低い。地域的に平均値の差が認められるのは陸奥湾と九州西岸及び若狭湾である(危険率5%及び1%以下)。

一方、水揚げ地域内でも変動を示しているが前回でも考察したように、これは陸奥湾のものが著しく変動を示すためであろう。

このように、陸奥湾の総平均値は例年より低く、また、標本間にも著しく変動を示しているのは如何なるためであろうか。年級間の変異でも若干考察したように、この年の日本海北部の春期表層流は津軽海峡湾口から北海道沿岸への北上流が強く、津軽海峡—湾口は劣勢であつた。したがつて、能登西岸を中心とした、この海域で早期産卵に由来する(前記したA群50.705±0.538に相当する発生群)稚仔の添加量が陸奥湾内への移行が少なかったものと思ふ。これは、1954年の湾内の小中羽いわしの内漁であつたことと一致する。

1955年級

まず、水揚げ地域内の標本間の変動について検討すると、その差は認められないことから各地域内の標本は同一環境で発生した群が来遊し、一応その形成の特性を表わしているものと解される。しかし、地域間

Year class	Localities	K	Y-S	T-H	W	T	M
1953	Kyusyu coast		○		○	○	●
	Yamaguchi-Shimane				○	○	●
	Tottori-Hyogo						
	Wakasa Bay					○	●
	Toyama Bay						●
	Mutsu Bay						
1954	Kyusyu coast		○	○	○		●
	Yamaguchi-Shimane			○	○		○
	Tottori-Hyogo				○		○
	Wakasa Bay						●
	Toyama Bay						
	Mutsu Bay						
1955	Kyusyu coast				●	●	●
	Yamaguchi-Shimane						
	Tottori-Hyogo						
	Wakasa Bay					●	○
	Toyama Bay						●
	Mutsu Bay						
1956	Kyusyu coast						
	Yamaguchi-Shimane			○	●	●	
	Tottori-Hyogo				○	○	
	Wakasa Bay					○	
	Toyama Bay						
	Mutsu Bay						

Fig. 2. Test of significance of difference in mean value of vertebrae number between different localities.

均脊椎骨数を見ると、九州西岸は低く、富山湾では著しく高く、地域的な変異を示している。

地域ごとに検討すると、九州西岸のものと若狭湾以北日本海の各地のもの、及び若狭湾以北日本海のものでも富山湾のものと若狭湾及び陸奥湾の平均値の間に有意の差が認められるようである（危険率 1% 及び 5% 以下）。

1956年

地域内の標本間では変動が認められないが、地域別平均脊椎骨数を見ると、大体北高南低の傾向を示し、若狭湾及び富山湾と兵庫県以西海域との間に明らかに地域的な変異を示している。

以上の結果から九州西岸及び鳥取-兵庫県沿岸の群と若狭湾及び富山湾の群とは明らかに発生場所及び環境を異にする集団にあると考えられる。

年級ごとの平均脊椎骨数の地域的な変異及び水揚げ地域内の変動について以上の通り考察したが、一般に九州西岸及び日本海の山口-島根県沿岸には総平均脊椎骨数の散らばりは小さく、全平均値を近似し、鳥取県以北日本海のものより低い。

鳥取-兵庫県沿岸では総平均値は九州西岸よりわずかに高いが、その差は僅少である。若狭湾は鳥取-兵庫県以西の南東域に比べてわずかに高く、とくに1956年は高い。富山湾は1953年級が低いだけで、1955・1956年級はいずれも高く、陸奥湾では1953・1955年級が一般に高いのに対し、1954年級は極めて低く、標本平均値の散らばりは極めて大きい。

このように、若狭湾以北日本海では著しく年級変動を示すことはすでに指摘したが、一般に平均脊椎骨数の高い群が補給されている。したがって、若狭湾以北日本海はその年の平均値如何によつて各年級とも著しい地域的な変異を示しているといえる。

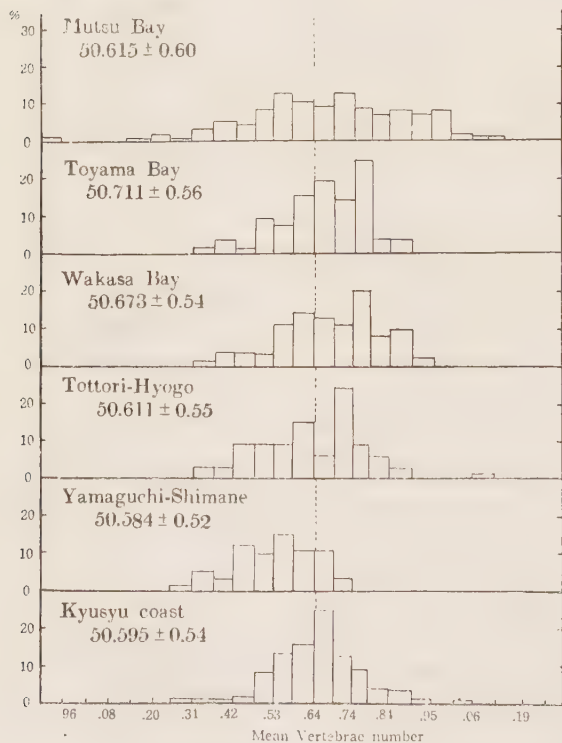


Fig. 3 Frequency distribution of sample mean values of the vertebrae number in O-age group of sardines (1933-1956).

このことは、年級間の変異でもすでに考察したように、九州西岸及び日本海の山口-島根県沿岸と鳥取県以北日本海の発生環境を異にしており、また、対馬暖流の経年的な強弱の消長と関連して、それらの環境の変動が鳥取県以北日本海ほどその影響があること、及び海流に影響され発生時期及び水温を異にする稚仔の補給量が年によつて変動があること等に基因して各年級とも地域的な変異が認められるものと考えられる。

最近、西村 (1957) は海水中の卵の浮游状態からマイワシ脊椎骨数の変異について考察し、対馬暖流水系のマイワシ当才魚群の地域的な脊椎骨数の変動要因について若干ふれているが、卵・稚仔の移行過程及び成群過程について検討が必要であろう。

(3) 総括

1953~1956年の資料を一括し、総平均値及び総平均脊椎骨数 50.65 以上の出現率を見ると（第5表、第3図）、九州西岸ではもつとも低く、富山湾ではもつとも高く、陸奥湾では再び低率を示している。したがって、九州西岸から富山湾まで地理的に北に移行するにつれて、50.65 以上の高い群

Table 5. Percentage occurrences of respective mean values in vertebrae number more and less than 50.65 by age groups (1953-1956).

a. Young fishes (0-age).

Localities Group	Kyushu coast	Yamaguchi -Shimane	Tottori -Hyogo	Wakasa Bay	Toyama Bay	Mutsu Bay	All Sea Area
50.65 < V	33.3(79)	39.6(23)	51.5(17)	64.1(63)	76.2(48)	49.6(61)	47.7(291)
V < 50.64	66.7(156)	60.4(35)	48.5(16)	35.9(35)	23.8(15)	50.4(62)	52.3(319)
Total	(235)	(58)	(33)	(98)	(63)	(123)	(610)

b. Mature fishes (1-age and over).

Localities Group	Kyushu coast	Tottori coast	Wakasa Bay	Ishikawa	Niigata -Yamagata	Akita -Aomori	All Sea Area
50.65 < V	39.7(109)	54.8(17)	60.5(52)	46.3(31)	58.7(37)	63.0(92)	50.7(338)
V < 50.64	60.3(165)	45.2(14)	39.3(34)	53.7(36)	41.3(26)	37.0(54)	49.3(329)
Total	(274)	(31)	(86)	(67)	(63)	(146)	(667)

c. Mature fishes (2-age and over).

Localities Group	Kyushu coast	Tottori coast	Wakasa Bay	Ishikawa	Niigata -Yamagata	Akita -Aomori	All Sea Area
50.65 < V	40.6(107)	53.5(15)	65.0(13)	46.3(31)	59.1(29)	63.0(92)	50.1(287)
V < 50.64	59.4(156)	46.5(13)	35.0(7)	53.7(36)	40.9(20)	37.0(54)	49.9(186)
Total	(263)	(28)	(20)	(67)	(49)	(146)	(573)

() Number of groups.

が増加し、一応見地上的の北高南低の傾向を示すが、陸奥湾を含めるとその傾向は認められなくなる。

また、総平均値も同様な傾向である。

平均脊椎骨数の頻度分布型も富山湾以西の南方水域ではモードが地理的に北部水域に移行するにしたがって高い方に傾斜を示し、地理的な相違を示すが、群平均脊椎骨数の分布範囲はそれほど差はみられない。

しかし、陸奥湾では他の水域に比べて平均脊椎骨数は49.97～51.09で極めて広範囲にわたっており、平均脊椎骨数の分布型も富山湾以西南方水域と多少様相を異にしている。これは、年によつても異なることは前述したが、地理的にも日本海の北端に位置し、北部日本海で産卵に由来する発生環境を異にした幾つかの群が補給され、漁業の対象となるためであろう。

一般に当才魚の場合、ある程度地理的に距つて発生した群は他の海域で発生した群とあまり混合されず、発生環境の影響を示すような特性を示しているようであり、このことは水揚げ地域内の標本間であまり変動ないことから相像されるところである。

おそらく、九州沿岸及び日本海の山口—島根県沿岸のものは、島根県以西の南方水域の産卵に由来するものであり、鳥取—兵庫県沿岸のものは、山口—島根県沿岸及び一部は地先海面の産卵によるものであり、若狭湾のものは、鳥取県沿岸から若狭湾で、富山湾のものは能登近海で、陸奥湾のものは能登以北日本海沿岸の産卵に由来する群が補給されているものと想像される。このことは伊東・笠原(1957)の海流封向の標本状況からみた卵・稚魚の移行についての推測ともほぼ一致している。

筆者(1955)はさきに1953年に日本海で漁獲されたマイワシ平均脊椎骨数は当才魚と1才魚には年次間に差があり、他の年令群の間ではその差はないことから、1953年級(0才魚)は日本海西南海区の比較的高温域の産卵に由来するものが多く、1952年級(1才魚)は平均脊椎骨数が高いことから北部日本海の低温域で

発生したものが翌年流網及び定置網に漁獲されるためであろうと推定したが、今回（1954—1956年）の資料から能登西岸を中心とした北部日本海沿岸の低温域で発生したと推定される平均脊椎骨数の高い群が、かなり富山湾に出現していることから、これらの推定をある程度立証し得たものと思われる。

さらに、主者は問題点として当才魚と成魚群を比較した場合、当才魚群に比して成魚群の個体中に高い脊椎骨数を示すものが多いことを指摘したが、今回改めて1953—1956年の資料から成魚群50.65以上の出現率との関係を検討してみた。

第5表に示すように必ずしも地域ごとに対応した出現率を示さない。すなわち、成魚群には能登近海で比較的低率を示しているのに対し、能登西岸の親魚の産卵に由来すると思料される富山湾の当才魚は著しく高率を示し、また、九州西岸の成魚群では当才魚（1才魚）割合に平均値50.65以上を示す高い群が多い。

このことは、成魚群になれば回遊範囲も広く、異なる環境で発生した集団が種々混合し、平均化するにもかかわらず、今回の結果でもやはり高い群の個体群やや多くがみられること、及びすでに指摘したように当才魚でも50.65以上を示す群が富山湾で高率を示していることから横田・浅見（1956）が指摘したように、能登西岸を中心とした北部日本海の低温域で発生したと思われる、これらの脊椎骨数の高い群が1才魚として、一部は2才魚以上となつて始めて日本海中北部海へ来遊し、重要な資源として利用されているものと考えたい。

したがって、少なくとも現今の日本海沿岸のマイワシ資源の主要な補給源泉区域として、能登近海を中心とした北部海域が相当の比重を占めているものと推定される。

おわりに、これらの資料の蒐集はすべて、いわし資源調査計画のもので行われたものであること、したがって、標準的計測は九州西岸のもの、西海区水研管内の熊本県水試及び西海区水研が担当し、日本海区の若狭湾のものは京都府水試で、陸奥湾は青森県水試で、それ以外の地域の標準はすべて日本海区水研が実施した。したがって、各地調査員、各府県水産試験場係員の苦勞に挨つたところ、大きくつたことを申添えます。本文の校閲は日本海区水産研究所長内橋潔博士、同所資源部長加藤源治氏によるものであり、また常に協力願つた片桐久子さん及び批判と助力をいただいた同所資源部第一水族生態科各位に対し深謝いたします。

VI. 摘 要

1953—1956年の資料にもとづいて、対馬暖流水域のマイワシ当才魚の脊椎骨数の変異について考察した。

1. 九州西岸及び兵庫県以西日本海の南方水域では年によつて顕著な脊椎骨数の変異を示さないが、日本海の若狭湾以北ではその変異が認められた。
2. 若狭湾以北日本海では年によつて脊椎骨数が異なるのみならず、地域的にも変異が認められた。
3. 地域による年別の群平均脊椎骨数の標準偏差は0.07—0.197であり、一般に九州西岸及び山口—島根県沿岸では散らばりが小さく、陸奥湾では大きい。
4. マイワシ当才魚群の脊椎骨数の地域的変異から各地域に補給される稚仔の発生水域を推定した。
5. 今回の調査結果から日本海の中・北部海区の若年魚の移動及び成魚群の補給源泉海区について従来の推定をある程度立証し得る段階になった。

文 献

- 相川広秋・小西芳太郎（1940）. 漁業調査、マイワシの年令と種族について、水産試験場報告、(10).
 相川広秋（1954）. 水産資源総論。
 雨宮育作・阿部達夫（1933）. 日本海沿岸特に太平洋におけるマイワシの地域的変異に就いて、水産学会報、15（4）.
 雨宮育作・阿部達夫・見塩忠勝・辻永勝明（1934）. 日本海産のマイワシの地方的変異、水産学会報、6（1）.
 雨宮育作・田村修（1941）. マイワシ当才魚の脊椎骨数とその変異、水産学会報、8（3）、（4）.
 浅見忠彦・花岡松子（1957）. 「いわし」類の脊椎骨数について一特に種族又は発生環境を検討し得る可能性について、南海国水研報告、(7).
 青森県水試（1955）. 昭和29年鰹資源依託調査経過報告（謄写）.

- 林 繁 一 (1957). 陸奥湾産小中羽マイワシの漁獲量について. 東海区水研報告, (15).
- 花村宣彦・石垣富夫・北野裕 (1955). イワシの脊椎骨数の調査. 水産科学, (15).
- 伊東祐方・笠原昭吾 (1957). 海流封筒の漂着状況からみたマイワシ稚稚移付について. (謄写) 日本海イワシ資源調査概要, No. 12, 日水研.
- 笠原 昭 吾 (1956). 昭和31年4, 5月能登西岸における海流瓶・海流封筒における海流調査. 日本海イワシ資源調査概要, No. 11. (謄写)
- (1957). 1955年春季日本海北部海域における表層流について. —とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係. 日本海区水研研究年報, (3).
- 久保伊津男・吉原友吉 (1957). 水産資源学.
- 京都府水試 (1956). 昭和31年鰺資源調査経過報告. (謄写)
- 村上子郎・真道重明 (1949). 天草周辺における重要生物学的研究 II. 日水誌, 15 (3).
- 中井甚二郎 (1938). 日本近海のマイワシ脊椎骨数と洄游について. 水産研究誌, 33 (10).
- 西 村 三 郎 (1957). 海水中における卵の浮游状態から考察したマイワシ平均脊椎骨数の変異の問題について. (謄写). 日本海イワシ資源調査概要. No. 12, 日水研.
- 西海区水研 (1954-56). 鰺資源調査資料. 1953~1955. (謄写)
- 田 村 修 (1954-56). 長崎大学水産学部研究報告 (1), (2), (3), (4).
- 渡 辺 和 春 (1955). 日本海におけるマイワシ脊椎骨数の変異について. 日本海区水研研究年報, (2).
- 横 田 滝 雄 (1953). 日向灘, 豊後水道のイワシ類の研究. 南海区水研報告, (2).
- 横田滝雄・浅見忠彦 (1956). 昭和29年鰺資源協同研究報告. 南海区水研.
- 山中一郎・伊東祐方 (1957). 昭和29年鰺資源協同研究報告. 日本海区水研.

日水研年報 (4): 135-145, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 135-145, 1958.

日本海におけるカタクチイワシ脊椎骨数の変異について

渡 辺 和 春

On the Variation in the Vertebral Count of the Anchovy in the Japan Sea

BY

KAZUHARU WATANABE

Abstract

An examination on the statistical data of the vertebral count of anchovy taken from the Japan Sea during the period April, 1954 to March, 1958 revealed the following points:

1. A seasonal change in the vertebral count was observed in the anchovies classified by body lengths as well as by sampling areas.

2. The mean vertebrae number of young fishes (less than 59 mm. in body length) showed a seasonally continuous change, which resembled closely to the seasonal change in water temperature on the supposed nursery area, with a conclusion reached that the mean vertebrae number of the anchovy would be influenced by water temperature at which it proceeds development.

3. A discussion was made on the inter-regional migration of anchovy by growth, taking into account the change of sample-mean vertebral count by body lengths.

4. The majority of the stock of anchovy in the Japan Sea was considered to come from the spring cluster which was reproduced during the period from April to June.

I. 緒 言

カタクチイワシの脊椎骨数の変異についての研究は、すでに相川 (1948, 1954), 村上・直道 (1949), 横田・古川 (1951), 田村 (1955, 1958), 安村・ほか (1956), 浅見・花岡 (1957), 林・鈴木 (1957) 等によって行われている。

筆者はさきに 1952-1953 年の断片的な資料から一応日本海におけるカタクチイワシの脊椎骨数の変異の問題について論及したが、今回 1954-1958 年の資料から改めて検討したのでここに報告する。

II. 材料及び観察方法

材料は沿岸資源調査の依託の一部として、1954-1958 年にわたって、日本海の各地から採集した魚体 (標

捕獲465群、個体数11860尾)を用いた。岩手県・陸奥湾、津軽海峡の標本は、京都府、青森県水産試験場及び北海道水産研究所で脊椎骨数を計測し、山口・兵庫・富山・新潟の各県沿岸の標本はすべて本研究所で計測を実施した。その計測方法は、体長 60mm 以上の魚体は体側片面の筋肉を除去し肉眼的に観察を行い、体長 20-40mm のシラスについては Hollister's solution で染色した後 glycerin で魚体を透明にし解剖顕微鏡で観察を行った。また、算定には尾部椎状骨 (urostyle) を含めた。

Ⅱ. 調査結果並びに考察

カタクチイワシについては年令査定が確立されてないこと、及び日本海の産卵がほとんど周年にわたって行われることから極めて複雑なので、今回は体長級を5段階に細分して、漁獲月日ごとの算定標本(1群15尾以上)の平均脊椎骨数を第1図に示した。

体長階級は 59mm 以下、60-79mm、80-99mm、100-119mm、120mm 以上とした。なお、体長階級ご

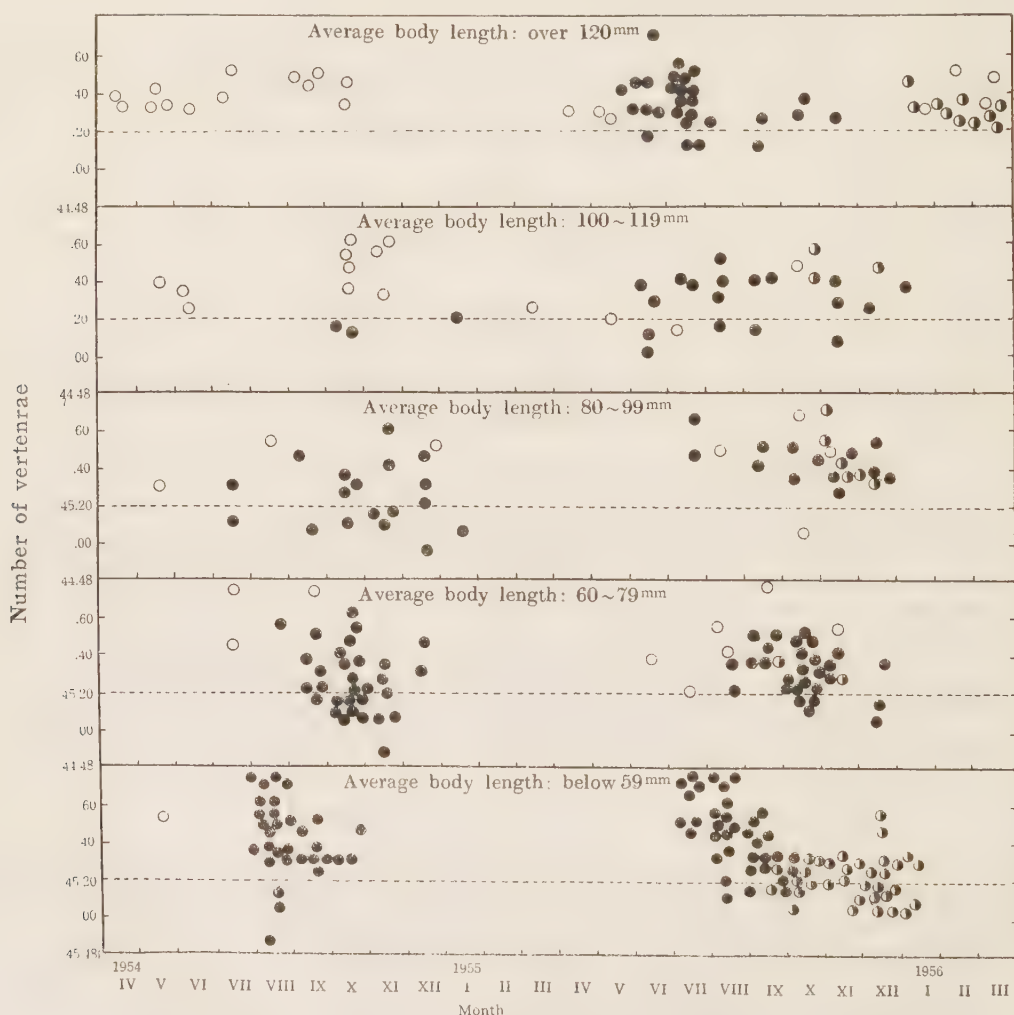


Fig. 1. The seasonal variation in the mean value of vertebrae number by size groups of anchovies collected from the Japan Sea during the period from April, 1954 to March, 1958.

● Mutsu Bay - Tsugaru Straits ◐ Toyama Bay-Niigata coast
○ Japan Sea west of Wakasa Bay

とに、それぞれ地域、時期別に求めた平均脊椎骨数を附表 a-e に示した。

a. 平均体長 59mm 以下のものについて

富山湾以北日本海

まず、1954年についてみると、陸奥湾及び津軽海峡で7、8月に採集された標本の群脊椎骨数の平均値（以降平均値と略す）の変異は、44.83-45.75で極めて大きく、45.30以上の著しく高い群が出現し、9、10月の標本は45.25-45.50で前期間のものより変異は小さく、平均値も45.30前後に分布し、一般に低い。

1955年では1954年と同様7、8月の群平均値の変異は極めて大きく、前年と比較して高い方に変異の巾がみられ、しかも、群平均値は45.40以上の高い群の出現が目立っている。

9月では標本平均値の変異は比較的小さく、45.35前後に分布し、さらに、10-11月にかけて連続して富山湾内でシラスが採集されているが、いずれも群平均値は45.20前後で低く、標本平均値の散らばりも小さい。

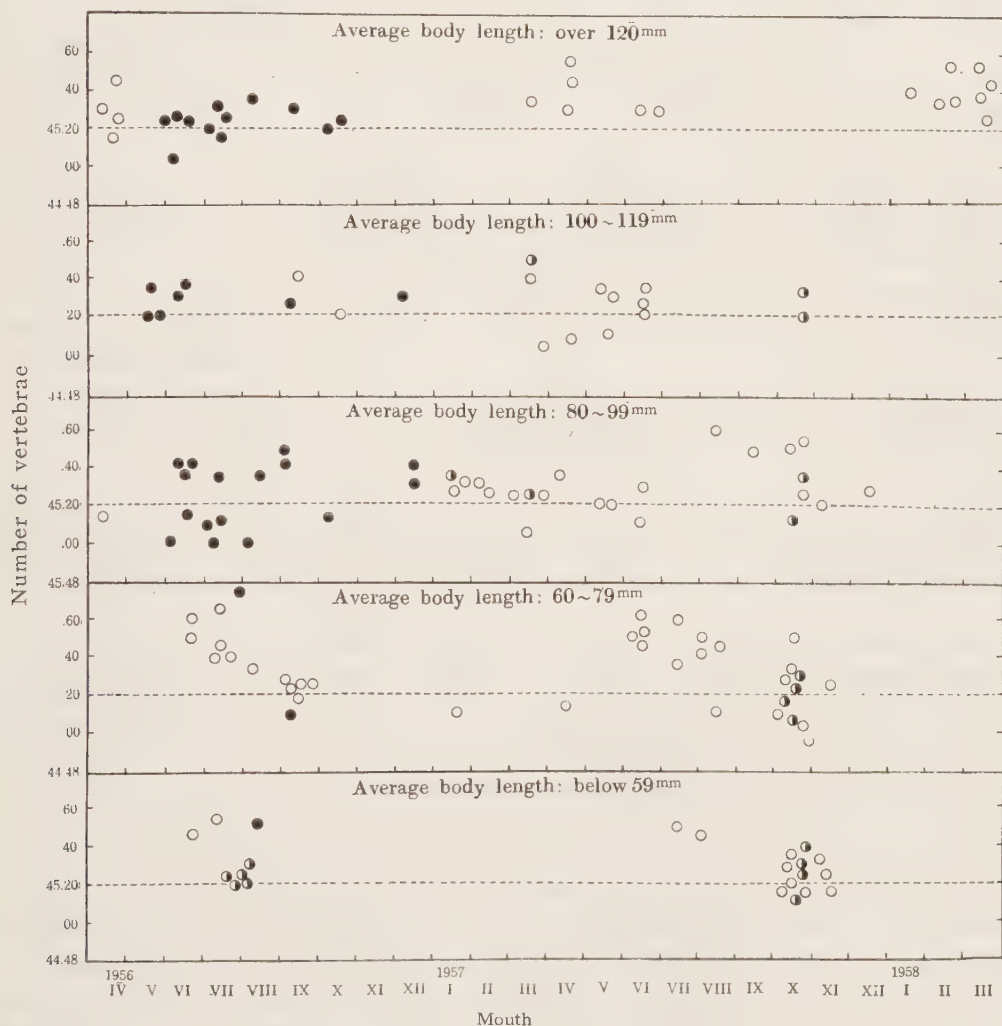


Fig. 1. (continued).

このように早期に漁獲される群ほど平均脊椎骨数の変異は大きく、かつ、高い群が多いが、時期が移行するほど標本平均値の散らばり小さく、低い平均値を示す群がみられるようになる。

各標本の平均体長から推定して、陸奥湾及び津軽海峡の7, 8月の標本は5, 6月の期間に発生したものであり、9, 10月のものは6, 7月ごろの発生群で、これらの大部分は日本海北部沿岸で発生したものが、陸奥湾や津軽海峡で漁獲されたもの、及び一部は6—7月ごろ海峡や湾内で発生したものと推定される。

また、9月下旬から1月までの富山湾のシラス群は湾内及び能登西岸で夏から秋に発生したものとみられる。

新潟県沿岸でも1956年の夏及び1957年の秋に発生したと思われる平均値の低いシラスが採集されている。
若狭湾以西日本海

標本は僅少であるが、1954年から1957年を通じて、5—8月の群平均値45.40以上を示す著しい高い群が出現し、1957年10月には群平均値45.10前後を示す低い群がみられている。この事実は明らかに異なる発生群と考えられる。

以上のように、両海域を通じて大体同じ季節に採集した幼魚群は採集年度及び地域が違っても似た特徴を保持し、一般に晩春から夏季に漁獲される群は高く、初秋から初冬に推移するにしたがつて逐次平均値の低い群が多く、明らかに季節的な変異を示している。

下村・深滝(1957)の報告では、日本海のカタクチイワシの産卵は周年にわたるが4—10月の間に多く、とくに6月は最盛期であるとしている。今回の標本も大体4—12月に産卵された群が漁獲の対象となり、とくに4—6月に発生したものが主群となつているのがみられる。

一方産卵期水温は10—27°Cの広範囲にわたっており、多量に産卵が行われるのは17—24°Cである。これと関連して晩春から夏季の標本には著しく高い平均値を示す群が多い。秋季から年末に移るにしたがつて平均値の低い群が多くみられるのは晩春以降水温が上昇してから発生した群が逐次添加混合するためと思われる。

また陸奥湾及び津軽海峡の1955年7, 8月の標本は1954年の同時期の標本に比べて群平均脊椎骨数は高い方に変異の巾がある。これは年による主産卵期及び水温の相違に由来する群が補給されているものと解される。

日本海の場合産卵が連続的に行われるため明瞭に発生時期による系統別に区分しがたいが、平均脊椎骨数の変異の差がみられるのは春仔群と秋仔群である。すなわち、陸奥湾の7, 8月の群(5, 6月の発生群と推定)の総平均値は45.55—45.66でもつとも高く、富山湾の10月の群(9月の発生群と推定)は45.15で低くなつている(附表 a)。

前者の発生時の想定水温は大凡12—15°C後者では25—27°Cで、平均脊椎骨数の季節的な変化からみると極大値と極小値の時期と大凡一致している。このことは多くの研究者が考察しているように、脊椎骨数の変異は発生時の水温と密接な関係があることを示すものと解される。

ただここに問題があるのは、低温域にあたる時期で発生した春仔群では標本間の平均値の変動は著しいが、水温上昇期に発生した夏から秋仔群の平均値の変異は比較的小さい。

すなわち、夏から秋の群は発生時期の水温がある程度変動するにもかかわらず標本間では顕著な差異はみられない。

この事実は春仔群の今回の標本は大部分は陸奥湾及び津軽海峡で採集したものである。この地域は日本海の末端に位置し、したがって、発生時期は同じかもしれないが、発生地域や発生時水温を異にする群が添加混合するに對し秋仔群の標本は発生時期は同一で、しかもその地域で発生したものが多く、他の海域との混合は行われないうちに原因するのか、あるいは、秋仔群に比べて春仔群は水平的な環境は勿論のこと、垂直的にも異なる水温で発生した群が補給されるためによるものか現在のところ判明しがたいが、筆者はおそらく前者による原因であろうと想定している。

b. 平均体長 60-79mm

富山湾以北日本海

陸奥湾及び津軽海峡で漁獲されたものについてみると、1954年では8—10月の群平均値の変異は大きく、45.20以上の高い平均値を示す群が多い、11-12月の標本は45.20以下と以上の平均値を示す群がほぼ同率に出現している。

1955年は前年に比べて標本平均値の散らばりは比較的小さく、大部分は群平均値45.20以上の高い群から構成されている。したがって、兩年とも平均体長59mm以下の幼魚群で7、8月に出現した高い群がそのまま移行して9、10月に9、10月に出現したやや低い群が2カ月移行して11、12月に出現している様相を呈し、これらの2群が湾内で引き続き成長して、主として漁獲の対象となつていようと思われる。

しかし、ここで注目されることは59mm以下の体長級であまりみられなかつた群平均値45.20以下の低い群が10月以降かなり出現し、とくに、1954年では目立っていることである。

このことは、成長の途上混合等を考慮せねばならない。このことは比較的高温域で発生したものが平均体長60-79mmになり、それが10月以降新たに津軽海峡や陸奥湾に添加したものと解される。

つぎに、新潟沿岸及び富山湾についてみると、1955年及び1957年の秋に群平均値の低い群がわずかにみられる。これはその年の初夏に産卵した群が曳網や定置網に漁獲されているからであろう。

若狭湾以西日本海

1954年から1957年を通じて大体5—8月の群は平均値45.40以上を示し極めて高く、9、10月の群は45.20前後で低い。

また、標本は僅少であるが、1957年1月及び4月の群平均値は45.20以下を示す低い群がみられ、季節的にそれぞれ平均値の異なる群が来遊している。

年により若干の相違があるが、1—4月の群は前年の夏から秋に発生したものが若狭湾で越冬し漁獲されたものであり、6—8月の群はその年の春に、また、9、10月の群は夏に発生したものが、山口県沿岸や若狭湾で漁獲の対象となつているものと解される。

c. 平均体長 80-99mm

富山湾以北日本海

陸奥湾及び津軽海峡では、1954年9月以前の標本は45.20以下の低い群がみられ、10月から翌年の1月にかけて45.20以上の高い群が僅かに多く出現している。

1955年では、1954年のように群平均値45.20以下の低い群はほとんどみられず、7—12月にわたつていずれも45.30以上を示す高い群がみられた。

1956年では、前2カ年にあまりみられない群が6、7月に多く来遊し、標本の平均値の変異も45.00~45.40でかなり分布の布である。群平均値45.20以下と以上の群に別けると、45.20以下の低い群がわずかに多い。また、9月以降では例年みられる45.25以上の高い群が出現している。

以上のように年により若干の相違がある。平均体長80-99mmになつて始めて6—8月に来遊した群平均値の高い群は一般に標本群間の体長の変異も大きいので検討を要するが、平均値の低い群はその年の前年の秋季発生群と推定される。また、1954年では10-12月に、1955年では9—12月に出現した平均値の高い群は、平均体長59mm以下の小型群で7、8月ごろ出現した群がそのまま陸奥湾に滞留し、引き続き成長したものが漁獲されているとみられる。平均脊椎骨数にそのまゝ9月移行したような様相を呈している。一方1954年のように11—12月に出現した群平均値の低い群は、平均体長60-79mmの中型群で10月以降新たに添加した平均値の低い群も一部漁獲されているようで、この体長級では幾つかの発生源を異にする混合群によつて構成されている。また、ここで注目されることは6—9月にみられる平均値の低い群は1956年のような多く来遊する年と、1955年のように全くみられない年があり、年によつてかなり変動がある事実から前年の秋季発生量に関連あるのか、それとも前年の太平洋の秋仔系の日本海へ南下量に関係するのか、いずれにしても判明しない。

つぎに新潟沿岸及び富山湾では、1955年及び1957年秋から年末にかけて平均値45.30以上を示す高い群がみられ、1957年1—3月にやや低い群がみられている。平均値の高い群は平均体長90mm以上を示し、日本海西南海域でその年の早春の低温期に発生したものが富山湾に移流したものと推定される。いずれにしても

極めて成長のよいのが注目され、また、平均値の低い群は前年の夏発生したものであろう。

若狭湾以西日本海

1955年では、8月及び10、11月に群平均値の著しい高い群が出現している。

1957年では、1—6月に群平均値45.25前後を示す低い群が連続的に採集され、標本平均値の散らばりも比較的小さい。8—10月の群は平均値45.50以上を示す著しい高い群が、10月末から12月に再び低い群が出現している。

以上の標本はいずれも若狭湾で採集したものであり、年末から翌年の春にみられる平均値の低い群は、前年の夏に発生したものが湾内で越冬したものであろう。夏から秋にみられる平均値の著しく高い群はその年の春季に発生した群が漁獲の対象となつていているとみられる。

d. 平均体長 100-119mm

富山湾以北日本海

陸奥湾及び津軽海峡で1954年10月に平均値の低い群が僅かみられ、1955年では6—12月に群平均値45.35前後の高い群を45.20前後の低い群が来遊している。

総平均値をみると(附表 d)、陸奥湾の6—8月のものは低く、9月では高く、10—11月の群はほぼ中間値を示している。

また、1956年では5—6月と12月に群平均値45.30前後の中間値を示す群が多い。

以上のように、平均体長100-119mmの体長級に含まれる各標本の群内の体長の変異は一般に大きい。したがって、種々異なる発生群が混合するためか平均脊椎骨数の平均値は中間値を示す群が多く、明瞭に発生時期別に類推することが困難である。

しかし、平均体長及び平均脊椎骨数の変異から大凡推定すると、1955年の春から夏に平均値の高い群がみられるので、一部は前年の春仔系と思われるが、大部分は前年の夏から秋に発生したものと推定される。

つぎに富山湾では、1955年(秋から年末にかけて)平均値の著しく高い群がみられるが平均脊椎骨数からみて平均体長80-99mmの体長級にみられた同一系群で、その年の早春に発生したものと推定される。

若狭湾以西日本海

1954、1955年及び1957年の冬から春にかけて群平均値の低いものがみられるが前年の夏から秋に発生したものが湾内で越冬したものであろう。また、1954年10-11月に群平均値45.40以上を示す著しい高い群がみられるが、これらの群は富山湾の標本と同様日本海の当才魚として極めて成長のよい群と推定される。

e. 平均体長 120mm 以上

富山湾以北日本海

陸奥湾、津軽海峡についてみると、1955年の春期出現群と夏から秋の来遊群としては平均脊椎骨数が異なるようである。すなわち、6、7月の出現群は45.20以上を示す群で、しかも、45.40前後の高い平均値に集中的に分布しているのに、9—10月の群は45.20前後に分布している。両者の総平均値(附表 e)で差異が認められる。

1956年では、6—10月に群平均値45.20前後を示す低い群が来遊し、標本平均値の散らばりは小さい。前年の春に来遊した高い群に比べて低い群が多く、年によつて異なる発生群が来遊している。

つぎに富山湾では1956年1—3月に平均値45.25前後を示す群がみられ、前年の秋から年末にかけて平均体長92-106mmの体長級にみられた平均値の著しい高いのに比べて低い群が多く、明らかに発生時期を異にする系群が来遊したものと解される。

以上のように平均体長120mm以上の体長級の標本の多くは平均脊椎骨数45.20以上と以下のいずれかに分布することから、体長級100-119mmの群に比べて120mm以上の大型群に達すれば発生時期別の棲み別けが行われるのか、それとも多量に発生する時期別の群のみ生残りがよいのか、いずれにしても、比較的確合の度合が小さくなるように思われる。

1955年6、7月に陸奥湾及び津軽海峡に来遊した高い群は前年の7、8月に出現した平均体長59mm以下の小型群が成長したものではなかろうか。また、1955年9—11月の陸奥湾・津軽海峡で出現した群は1954年の夏

から秋に発生した系統群であろう。そしてこれらの群が秋から年末にかけて水温が下降するにしたがつて日本海を南下したものとされるが、じじつ、越冬群と思われる群が富山湾内で1956年の厳冬期に採集されている。また、1955年の秋季発生群に由来すると思われる群が翌年の6—12月に陸奥湾で漁獲の対象となっている。

陸奥湾及び津軽海峡に春季来遊する大型群はいずれも生殖腺が肥大成熟し、明らかに産卵群でこの北方の春仔の多量の発生と密接な関係がある。視魚の脊椎骨数は年によって平均値の高低の異なるものにもかかわらず、それに由来する春仔群はいずれも高い。

若狭湾以西日本海

若狭湾では富山湾以北日本海に比べて多少様相が異なり、例年冬から春にかけて群平均値45.30以上を示す高い群がみられ、1954年では9月から10月にわたって45.40前後の著しく高い平均値を示す群が出現している。

とくに、若狭湾では他の海区にあまりみられない、平均体長130-140mmを示す大型群が来遊している。今後さらに資料を検討する必要があるが、各年とも出現した前年の早春から晩春にかけて日本海西南海域で発生したものと推定される、いずれにしても著しく良好な成長を示している一群である。

以上体長階級別の脊椎骨数の変異について述べたが、南海区、東海区、北海道区乃至太平洋沿岸及び周辺難九州環海に比べて、日本海域において一般に45.20以上の高い平均脊椎骨数を示す群が多く出現している。これから日本海のカタクチイワシの資源は春季発生群によって主に補給されていると考えられる。

このことは、南部海域（伊勢湾以南、対馬水道以南）では大体周年産卵が行われ、しかも産卵盛期も春一足にかけてとくに多いが、秋期にも盛期がみられる。これに対し、日本海海域では春同一初夏に産卵盛期が1期あることから凡そ想像されることである。（但し、年により日本海中部海域で秋期産卵がみられることもある）。

未発表の日本海の各地の月別体長組成頻度分布からも、春季発生群が主体を占めてみるものと推定される。

おわりに、これらの資料の蒐集はすべて沿岸資源調査計画のもとで行われたもので、山口・兵庫・京都・富山・青森各府県水産試験場の係官の御尽力によるところが大きかったことを申添えます。

本文の校閲は日本海区水産研究所資源部長加藤技官によるものであり、また計測や資料の取扱い等に協力願った同所の片桐久子さん及び批判と助力をいただいた同資源部第一水産生態科各位に対しここに感謝いたします。

Ⅳ. 摘 要

1954年4月から1958年3月までの日本海におけるカタクチイワシの脊椎骨数の計測資料について検討し、次のような知見を得た。

1. 体長階級別、地域別のカタクチイワシの脊椎骨数の変異を検討した結果、いずれも季節的な変異が認められた。

2. カタクチイワシの幼魚群（平均体長56mm以下）の平均脊椎骨数は季節的に連続的な変化を示し、想定される発生時期とその地域の水温の周年変化と密接な関係があることから、平均脊椎骨数は発生時の水温に支配されるとみられる。

3. 各体長階級ごとの群平均脊椎骨数の変異から成長に伴って地域的な移動を若干推定することができた。

4. 日本海のカタクチイワシは春季発生群（4—7月）によって主に補給されていることが推定された。

文 献

- 相川 広 秋 (1948). 魚族の脊椎骨と其の意義. 農学, 2 (6).
 ——— (1949). 水産資源学. 410p, 東京.

- (1954). カタクチイワシの資源生物学的研究, 九大水産学教室 (謄写).
浅見忠彦・松岡松子 (1957). 「いわし」類の脊椎骨数の変異について 一特に種族又は発生環境を検討し得る可能性について. 南海区水研報告, (5).
青森県水試 (1955). 昭和29年沿岸資源依託調査経過報告 (鰯) (謄写).
—— (1956). 昭和30年沿岸資源依託調査経過報告 (鰯) (謄写).
HAYASHI, S. AND H. SUZUKI (1957). Growth of the Japanese Anchovy-III. Vertebral counts of the Postlarva. *Tokai Reg. Fish Res. Lab., Bull.*, (15).
北海道区水研 (1955-1956). 昭和29, 30年北海道区鰯資源調査資料 (謄写).
—— (1954). 北海道区資源調査要報.
村上上郎・真道重明 (1949). 天草周辺における重要生物の資源学的研究, 第11報 カタクチイワシに関する研究. 日水誌, 15 (3).
SHIMOMURA, T. AND H. FUKATAKI (1957). On the year round occurrence and ecology of eggs and larvae of the principal fishes in the Japan Sea-I. Chapter I. "Katakuchi-iwachi" (Anchovy). *Japan Sea Reg. Fish Res. Lab., Bull.*, (6).
田村 修 (1955). 本邦産カタクチイワシの研究 1. 種族的研究 (1). 長崎大学研究報告, (3).
—— (1958). 本邦産カタクチイワシの研究 1. 種族的研究 (3). 日水誌, 23 (2).
渡辺和春 (1955). カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について, 日本海区水研研究年報, (2).
—— (1956). 日本海のカタクチイワシについて. 日本海イワシ資源調査概要 No 11, 日水研 (謄写).
—— (1958). 日本海におけるカタクチイワシの成長について. 日本海区水研研究年報, (4).
安村長・宇部宮正・大塚雄二・前川兼佑 (1956). 山口県瀬戸内海に於けるイワシ網漁業とカタクチイワシに関する研究. 山口県内海水試調研業, 8 (2).
横田滝雄・吉川一郎 (1952). 日向灘に於けるイワシ類の資源生物学的研究, 第III報 カタクチイワシの脊椎骨数の変異と成長について. 日水誌, 17 (8), (9).
横田滝雄・浅見忠彦 (1956). 昭和25年鰯資源協同研究経過報告. 南海区水研.
山田一郎・伊東祐方 (1957). 昭和29年鰯資源協同研究経過報告. 日本海区水研.

Appendix

Frequency distributions and sample mean in vertebrae number of the Japan Sea anchovies by seasons, size groups and localities.

a. Small-sized (Mean body length: 20-59mm).

[illegible]

	Toyama Bay	IX.29— X.22	21 — 30	45.15±0.53		22	208	66	1	297
		XI.14— .22	22 — 33	45.22±0.51		13	190	74	—	277
		XII. 2— .30	27 — 39	45.22±0.54		30	325	136	1	492
		I. 6— .17	28 — 33	45.16±0.48		4	55	16	—	75
1956	Yamaguchi coast	VI. 1— VII.17	52 — 57	45.43±0.60		3	43	42	2	90
	Niigata coast	VII.26—VIII. 3	21 — 27	45.24±0.51		8	151	58	1	218
1957	Yamaguchi coast	VII.25—VIII. 1	55 — 59	45.49±0.68		6	34	35	5	80
		X. 5— .23	38 — 57	45.13±0.46		2	31	7	—	40
	Hyogo coast	X.19— XI.19	27 — 36	45.26±0.58		7	137	56	2	202
	Niigata coast	X.15— .28	32 — 45	45.27±0.46		2	95	38		135

b. Middle-sized A (Mean body length: 60-79mm).

Year	Localities	Sampling period	Range of mean body length (mm)	Number of vertebrae						
				M ± S. D.	43	44	45	46	47	n
1954	Wakasa Bay	VII. 2— IX.11	64 — 66	45.61±0.37	—	—	26	27	4	57
	Mutsu Bay	VIII.22— IX.29	60 — 79	45.36±0.56	—	5	107	64	3	179
		X. 1— .31	64 — 79	45.25±0.64	3	34	210	130	2	279
		XI. 1— XII.30	66 — 75	45.22±0.58	1	9	108	46	2	166
1955	Yamaguchi coast	VI.18—VIII.20	58 — 80	45.43±0.57	—	5	56	54	—	115
	Toyama Bay	IX.27— XI.22	73 — 76	45.31±0.50	—	3	49	28	—	80
	Mutsu Bay	IX. 1— IX.25	62 — 72	45.49±0.57	—	2	28	35	—	65
		X. 2— XII.19	66 — 79	45.23±0.59	—	12	114	53	1	180
	Tsugaru Straits	VIII.11— IX.23	63 — 75	45.37±0.55	—	3	64	42	1	110
		X. 3— .30	61 — 79	45.28±0.58	—	13	136	75	1	225
1956	Yamaguchi coast	VI. 1— VII.15	61 — 69	45.52±0.54		2	75	81	2	160
		VII.28— IX.13	66 — 79	45.21±0.53		11	126	50	—	187
	Yamaguchi coast	VI. 3—VIII.23	61 — 78	45.49±0.56		4	66	72	1	143
		X.15— .25	75 — 76	45.03±0.50		3	27	4	—	34
1957	Wakasa Bay	I.14— IV. 2	75 — 77	45.13±0.46		2	31	7	—	40
		VI.27—VIII. 2	66 — 78	45.45±0.61		3	27	28	1	59
		X.17— XI.9	71 — 78	45.24±0.55		6	64	30	—	100
	Niigata coast	X.18— XI. 2	69 — 78	45.20±0.55	—	9	93	36	—	138

c. Middle-sized B (Mean body length: 80-99 mm).

Year	Localities	Sampling period	Range of mean body length (mm)	Number of vertebrae						
				M ± S. D.	43	44	45	46	47	n
1954	Wakasa Bay	VIII.11— XII.16	90 — 95	45.52±0.60	—	—	43	38	4	85
	Mutsu Bay	VII.20— IX.30	81 — 94	45.21±0.53	—	4	61	22	—	87
		X. 7— .30	83 — 99	45.34±0.57	—	3	37	16	—	56
		XI. 7— .30	83 — 99	45.29±0.62	—	11	99	52	4	166
		XII.15— I.18	92 — 97	45.17±0.50	—	7	80	26	—	113
1955	Wakasa Bay	VIII.23— XI.16	78 — 93	45.45±0.59	—	—	29	28	1	58
	Toyama Bay	XI. 8— I. 3	92 — 98	45.42±0.62	—	13	156	121	9	299
	Mutsu Bay	IX. 9— .25	86 — 94	45.44±0.57	—	1	28	22	1	52
		X. 3— XII.14	81 — 99	45.30±0.62	—	9	133	72	1	215
	Tsugaru Straits	IX.17— XII. 1	80 — 95	45.39±0.56	—	4	85	59	2	150
1956	Mutsu Bay	VI. 3—VIII.13	83 — 85	45.19±0.56	—	17	152	51	2	222
		IX.23— XII.27	83 — 96	45.38±0.50	—	3	39	31	—	73
1957	Wakasa Bay	I. 9— VI.18	81 — 99	45.27±0.53	—	11	193	84	2	290
		IX.24— X.22	93 — 101	45.45±0.54	—	—	22	16	2	40
		X.28— XII.10	83 — 89	45.25±0.50	—	2	42	16	—	60
	Toyama Bay	I.25— III. 1	90 — 95	45.30±0.60	—	4	49	24	2	79
		IX.30— XI.6	88 — 99	45.40±0.56	—	4	62	47	1	114

d. Large-sized A (Mean body length: 100-119mm).

Year	Localities	Sampling period	Range of mean body length (mm)	Number of vertebrae						
				M ± S. D.	43	44	45	46	47	n
1954	Wakasa Bay	V.27— VI.24	108—117	45.35±0.59	—	8	83	55	2	148
		X.14— XI.18	102—114	45.48±0.58	7	157	146	7	—	317
	Mutsu Bay	X.10— .25	102—119	45.15±0.52	—	2	36	7	1	46
1955	Wakasa Bay	III.15— VII. 2	105—115	45.20±0.51	—	4	40	16	—	60
	Toyama Bay	X.24— XII. 21	100—106	45.48±0.38	—	3	86	63	8	160
	Mutsu Bay	VI.21— VIII.31	106—117	45.24±0.62	—	9	71	38	—	118
		IX.22— .28	113—115	45.40±0.62	—	2	21	16	1	40
		XI.5— .25	108—116	45.32±0.60	—	5	47	29	1	82
		XII.19— I. 3	108—119	45.29±0.50	—	1	25	12	—	38
	Tsugaru Straits	VIII.13— IX. 3	101—107	45.30±0.54	—	8	125	67	1	201
1956	Wakasa Bay	IX.28— X. 3	112—119	45.46±0.62	—	2	12	16	—	40
	Mutsu Bay	V.24— VI.16	105—117	45.28±0.50	—	2	69	28	1	100
		XII.12— XII.27	100—111	45.30±0.00	—	2	24	14	—	40
1957	Wakasa Bay	III.26— VI.13	102—119	45.28±0.53	—	5	136	56	3	200
	Niigata coast	X.23— .28	101—103	45.26±0.63	—	3	23	11	1	38

e. Large-sized B (Mean body length: 120mm and over).

Year	Localities	Sampling period	Range of mean body length	Number of vertebrae						
				M ± S. D.	43	44	45	46	47	n
1954	Wakasa Bay	IV.26— VI.12	121—138	45.37±0.58	—	8	157	95	6	266
		VII.16— X.29	120—136	45.45±0.56	—	5	164	136	5	310
1955	Wakasa Bay	IV.14— V.23	131—144	45.28±0.50	—	1	41	18	—	60
	Mutsu Bay	VI. 9— VII.20	122—129	45.35±0.61	—	20	180	127	5	332
		X.19— XI.18	120—127	45.28±0.64	1	6	63	33	2	105
	Tsugaru Straits	V.28— VII.19	124—132	45.40±0.51	—	2	105	72	1	180
VIII.17— IX.23		121—127	45.15±0.54	—	6	52	17	—	75	
1956	Wakasa Bay	I.26— III.27	127—129	45.39±0.55	—	3	43	34	—	80
		IV. 7— .25	137—139	45.33±0.53	—	2	36	22	—	60
	Toyama Bay	I.17— III.13	117—124	45.29±0.51	—	11	274	132	1	418
	Mutsu Bay	VI.10— VII.27	123—136	45.23±0.58	—	13	106	54	—	173
IX.13— X.21		126—131	45.26±0.57	—	3	43	19	—	65	
1957	Wakasa Bay	III.22— VI.18	122—134	45.36±0.51	—	1	94	54	1	150
1958	Wakasa Bay	I.13— III.19	126—129	45.41±0.57	—	4	90	63	3	160

日水研年報 (4): 147-152, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 147-152, 1958.

日本海におけるカタクチイワシの成長について

渡 辺 和 春

Growth of the Anchovy in the Japan Sea

BY

KAZU HARU WATANABE

Abstract

1. The seasonal change in mean vertebral count was applied to tracing the growth of anchovy with a result obtained that the spring cluster of the fish would attain 60 mm. in three months, 90 mm. in half year and 120 - 130 mm in a year.

2. The longevity of anchovy was estimated as, in most cases, being no more than a year, though a minor part of fishes would reach more than one and half years of age.

I. 緒 言

カタクチイワシの群平均脊椎骨数が発生時期によつて相違することから、平均脊椎骨数と体長モードを追跡することによつて成長の推定が相川 (1948, 1954), 横田・古川 (1952), 雨宮・ほか (1957), 浅見・花岡 (1957), 大塚・ほか (1955), 安村・ほか (1956), 菅原・浜田 (1958) 等によつて試みられた。また、林・近藤 (1957) によつて、体長組成の推移及び魚鱗による年令査定結果から、前川・八柳 (1951), 田中 (1953), 渡辺 (1955), 船田・太田 (1957) 等によつて体長モード及び体長組成の推移から成長が論じられてきた。

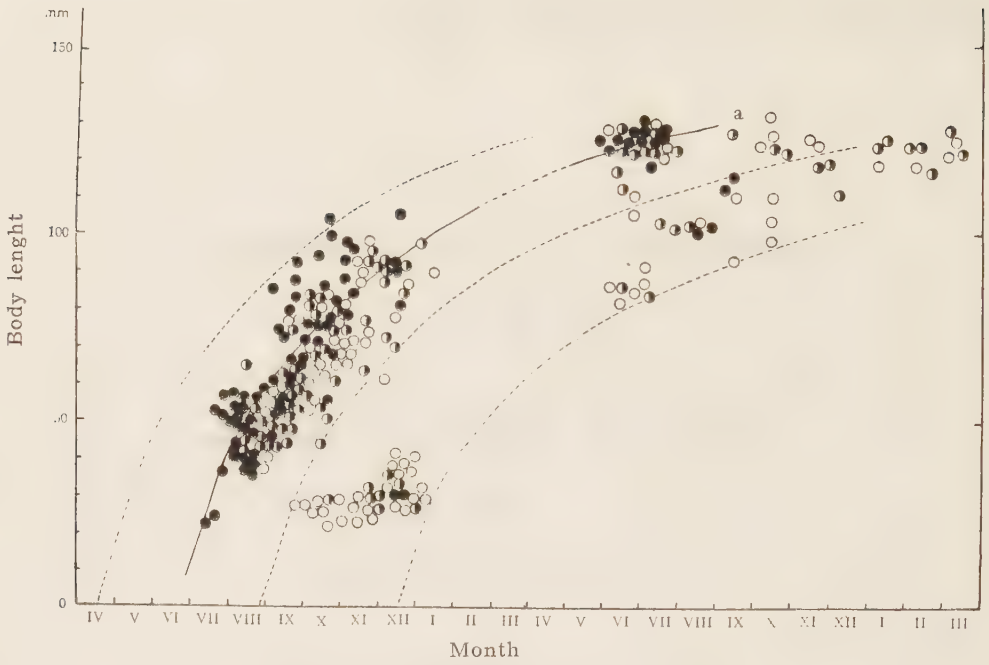
カタクチイワシの成長を推定するに際して現在問題になっている点は、平均脊椎骨数の変異から推定するにしても体長 100 mm まではほぼ追跡できるが、それ以上になると成長も緩慢になり、かつ、混合が行われるため不明瞭で、そのごの追跡が困難であること、及び本種の年令査定法が確立されないことである。その結果推定した成長は研究者によつてかなり相違したものとなつているが現状である。

以上のような問題点はあるが、筆者は今回 1954—1955 年までの日本海のカタクチの計測資料から平均脊椎骨数の季節的な変異を用いて、カタクチイワシの成長を吟味したのでその概略を報告する。

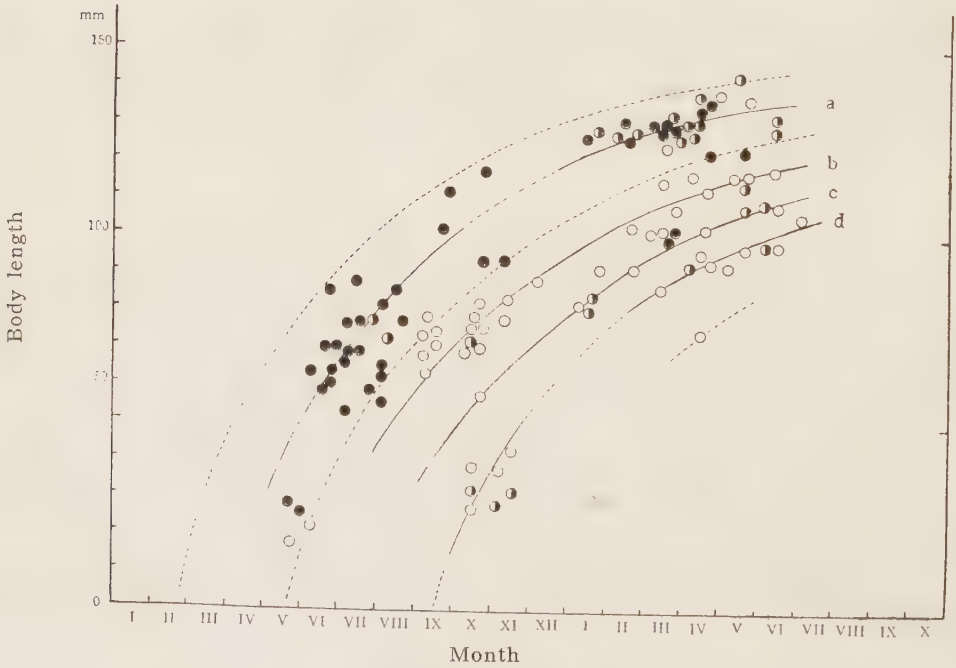
II. 調査結果及び考察

ここでは一応 1951—1956 年の日本海北部海区 (津軽海峡、陸奥湾、富山湾) と 1955—1956 年の日本海西南部海区 (若狭湾、兵庫県、山口県沿岸) は別けて検討することにした。ただ、今回は資料の関係で数年間のものをこみにして扱つたという不備があるが、資料を年別に取り扱つた場合、年により余り大きな差異が認めた

A. The Japan Sea coast of northern Honshu



B. The Japan Sea coast of western Honshu



● : Over 45.40 ◐ : 45.39-45.26 ○ : Below 45.25

Fig. 1. Growth curves of the anchovy estimated from the seasonal change of the mean body length in each group, stratified by the mean values of vertebrae number.

いので一括して取扱った。

群平均脊椎骨数を 45.40 以上の群, 45.39—45.26 の群及び 45.25 以下の高, 中, 低の 3 群に一応別け, それによつて時期別群平均体長を第 1 図に示した。

まず, 北部日本海についてみると, 第 1 図 A にみられるように, 多少例外は認められるが, 群平均脊椎骨数の区分別平均体長の時期的推移状況から大別して 2 つの成長帯を描くことができる。

日本海のカタクチイワシの産卵期は早春から晩秋にかけて, 連続しているため明確に発生時期別に類別しがたいが, 一応一つの成長帯は春の発生群で (一部は夏の発生群も入る) 他は秋の発生群に相当するものとみられる。

大体 4—7 月ごろ発生したと思われる春季発生群では, その年の 10 月に 50—100 mm に, 年末には 70—105 mm に, 翌年の 6, 7 月 120—130 mm に成長するものと思われる。また, 6 月ごろ発生したと思われる主群を追跡すると a 成長曲線が推定される。

また 7, 8 月に発生したと思われる平均脊椎骨数の低い群は 10 月には平均体長 60—79 mm の中型群となつて現われ, これが成長したと推定されるものが翌年の 10, 11 月に 120—130 mm 前後に達するようであるが変異が大さい。

つぎに, 10 月から 1 月にわたつて出現する平均体長 30 mm 前後の平均脊椎骨数の低い群は, 明らかに秋季発生群であり, これらの群が成長したと思われるものが, 翌年の 6 月に 80—90 mm に, 11 月に 90—110 mm に達し, 翌々年の 1—3 月に 120 mm 前後に達するものと推定される。

このように日本海北部海域のカタクチイワシの春季発生群では同一時期に採集した標本の平均体長の変異は大きく, また, 群平均脊椎骨数の変異も目だつて大きい。しかし, 一般に同じ春仔群でも成長帯の上縁に分布する群ほど平均脊椎骨数の高いグループに属する群が多く (早期発生群), 下縁に分布する群ほど 45.39 以下の中, 低群が多くなっている。

また 7, 8 月の平均体長 50 mm 以下の幼魚群で一般に高い平均脊椎骨数を示す群が著しく目だつているのに, 同じ 6—7 月ごろ発生したと思われる平均体長 60—70 mm の中型群は成長曲線からみた場合 10 月以降に平均脊椎骨数 45.25 以下の低い群としてかなり出現している。

このことは, 日本海の場合, 同一時期における産卵水域が広く, しかも海域によつて産卵時水温に相当変異の中があること及び成長過程において混合が行なわれないことに基因しよう。いま, 北部海区の能登西岸—富山湾と陸奥湾—津軽海峡を例にとつて対比してみると附表に示すように, 1955 年 6 月上旬の水温で約 2—6℃ 差を示し, また, 表示しなかつたが, 1954 年 7 月上旬の水温で両海域で約 3—5℃ の差がみられた。

なお, 成長途上において, 混合するということも考慮されなければならない。すなわち, すでに脊椎骨数の変異で考察したように (渡辺 1958) 一般的な傾向として早期発生群は低温域で産卵し, 平均脊椎骨数の高い群が多いが, 時期的に移行するにしたがつて低い群が増加する。晩春以降水温が上昇してから発生した群が逐次添加混合するものと解される。また, 晩秋から初夏の発生群は発生時期は同じかも知れないが, 日本海北部沿岸の高温域で発生した群と陸奥湾や津軽海峡の低温域に発生した混合群, 換言すれば発生場所及び環境を異にする群が添加混合するため, かなり複雑な様相を示すものと解される。

つぎに若狭湾以西の日本海のものについてみると (第 1 図 B), 富山湾以北日本海のものに比べて群平均脊椎骨数の高, 中, 低の 3 群の追跡が比較的容易である。

平均脊椎骨数の高い群は大凡 2—5 月ごろ発生した群 (いわゆる春季発生群) と推定される。それで, その春仔群はその年の 7 月に 50—80 mm, 10 月には 90—100 mm, に翌年の 4 月に 120—130 mm 前後に達するようである。また, 4 月ごろ発生したと思われる主群を追跡すると a 成長曲線が推定される。

また, 平均脊椎骨数の低い群は, 大凡 6—10 月ごろ発生した群と推定され, 夏から秋仔群に相当するものと解される。その中で追跡しやすいと思われる群を結ぶと, b, e, d などの成長曲線が推定される。

このように若狭湾以西日本海のものでは富山湾以北日本海のものに比べて同一発生群の追跡が比較的容易である。このことは地形的にみて能登以北の沿岸の海岸線は単調なのに比べて若狭湾以西日本海では海岸地

形がかなり複雑化しているため、渦流域などに停滞する可能性がたつよく、地先海面で発生した群が主体を占め、他の海域の発生群との混合する機会が比較的少ないのではないかと思われる。

両海区の成長について総括すると、同じ春季発生群で同一時期に採集した標本の平均体長を比較した場合富山湾以北日本海の標本に比べて、若狭湾以西日本海ではみかけ上成長のよい群が多い。

これは産卵期の相違によるもので、成長の地域的な差は少ないものとみられる。

以上平均脊椎骨数の季節的変異の材料を用い推定した成長を総合すると、春季日本海で発生したカタクチイワシの成長は、発生後3カ月で60mm前後、6カ月で90mm前後、満1年で120—130mmに達するものと推定される。

この成長を既往の研究者の求めた春仔系の成長と比較すると（第1表）、横田・古川（1952）、相川（1954）大塚・ほか（1955）、安村・ほか（1956）、横田・浅見（1957）、雨宮・羽生（1957）、船田・太田（1957）のものと今回の筆者の求めた成長はほぼ近似した傾向を示すが、前川・八柳（1951）、林・近藤（1957）、浅見・花岡（1957）、菅原・浜田（1958）等の求めた成長とは若干の相違がみられ、筆者のものはやや成長がよいことになる。

Table 1. Comparison of growth pattern obtained by the present author and by previous authors.

Months after hatching Sea Area	3	6	9	12	14	18	Author
Japa Sea coast	(mm) 60	90		120-130			Present author
North Hyuga Nada	58.7	-	100.6	116.2	125.8	-	YOKOTA & FURUKAWA ('52)
	60	89	113	120	142	157	YOKOTA & ASAMI ('56)
North Hyuga Nada	50	70	87	93	115	-	ASAMI & HANAOKA ('57)
Seto Inland Sea	-	70	-	90	-	-	MAEKAWA & YATSUYANAGI ('51)
Suo Nada	-	70-80	90-100	120 ⁽¹³⁾	-	-	OTSUKA, Y. et al. ('55)
Suo Nada	50-60	80	-	120	-	-	YASUMURA, T. et al. ('56)
Waidumi Nada & Harima Nada	40-45	70-75	90-95	100-105 ⁽¹¹⁾	-	-	SUGAHARA & HAMADA ('58)
Ise Bay	40-45	65	70-80	-	-	-	TANAKA ('56)
Ise Bay	-	60-80	-	110-120	-	-	AMEMIYA & HANEU ('57)
Pacific Coast	50-55	80-85	95-100	110-115	120	130	HAYASHI & KONDO ('57)
Northern Kyushu	50	91	104	-	-	-	AIKAWA ('54)
Wakasa Bay	60	95	-	130	-	-	HUNADA & OOTA ('57)

()Months after hatching by respective authors.

また、筆者が1950—1953年の資料を用いて日本海の若年魚の成長を推定したが、それに比べると今回求めた成長の方がよく、とくに満1年後において約2cmの相違を示しているが当時の資料が不十分とみられるので日本海のカタクチイワシの成長は今回推定した成長に訂正したい。

また、既往の研究者の求めた成長についての資料から海域別に検討してみると、一般に瀬戸内海産及び太平洋産のカタクチイワシの成長に比べて九州環海及び日本海産のものはやや成長がよい傾向を示している。このことは、魚群の分布密度、天然餌料、または内海と外洋との環境等の相違に何等かの関係があるかもしれない。また、夏から秋の発生群は標本は僅少でかつ、平均脊椎骨数の変異が少ないため、体長100mm以

上の標本について発生群別に追跡するには不明な点が多い。とくに日本海北部海区ではその傾向があるので今後さらに検討する必要がある。

一般に春から夏の発生群は秋季発生群より僅かに成長がよいように推定されるが明らかでない。

日本産のカタクチイワシの寿命については相川 (1948), 安村・ほか (1956) は満 1 年であろうとし、横田・古川 (1952) も 1 年半位と推定している。これに対し林・近藤 (1957) は 3 年位と考えている。このように研究者によつてかなり相違したものとなつている。

日本海で漁獲されるカタクチイワシの最大体長は 15.5cm でそれ以上の魚体は今のところみられない。そして体長 13.0cm より個体数は減少し、体長 14.0cm 以上の占る個体の割合は極めて少くなる。したがつて、今回筆者の求めた成長から推定すると日本海のカタクチイワシの大部分は満 1 年で死亡するのではないかと考えられる。しかし、日本海では 15 カ月以上経過したと思われる体長 13.0cm 以上を示す大型群が漁獲されるので満 1 年以上生存する群もあるにちがいないが資源的にみてそれほど重要視する必要はなからう。

おわりに、これらの資料の蒐集はすべて、いわし資源調査計画のもとで行われたものであり、山口・兵庫・京都・富山・青森各府県水産試験場係官の御尽力によるところが大きかつたことを申添えます。

本文の校閲は日本海区水産研究所資源部長加藤技官によるものであり、批判と助力をいただいた同所の伊東・西村両技官に対しここに深謝いたします。

文 献

- 相川 広 秋 (1948). 魚族の脊椎骨の変異と其の意義. 農学, 2 (6).
 ——— (1949). 水産資源学, 410p, 東京.
 ——— (1954). カタクチイワシ資源生物学的研究, 九大水産学教室 (謄写).
 浅見忠彦・花田松子 (1957). 「いわし類」の脊椎骨数の変異について—種族又は発生環境を検討し得る可能性について, 南海区水研報告, (5).
 雨宮育作・羽生功 (1957). 伊勢湾周辺に於けるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* TEMMCK & SCELEGELL の生態. 水産学集成.
 青森県水試 (1955). 昭和29年沿岸資源依託調査経過報告 (鰯). (謄写).
 ——— (1956). 昭和30年沿岸資源依託調査経過報告 (鰯). (謄写).
 HAYASHI, S. AND H. SUZUKI (1957). Growth of the Japanese anchovy—Ⅲ. Vertebral counts of the postlarva. *Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Bull.*, (15).
 HAYASHI, S. AND K. KONDO (1957). Growth of the Japanese anchovy—Ⅳ. Age determination with use of scales. *Tokai Reg. Fish. Res. Lab., Bull.*, (17).
 船田秀之助・太田隼太. 昭和32年鰯資源調査経過報告. 京都府水試 (謄写).
 前川兼佑・八柳健郎 (1951). 山口県瀬戸内海における重要生物の資源学的研究 第 1 報. 瀬戸内海のカタクチイワシについて. 日水誌, 16 (12).
 日本海区水研 (1954, 1955). 1954—1955 年対馬暖流調査稚魚網採集による魚卵・稚仔査定結果速報 (謄写).
 大塚雄二・八柳健郎・富山昭 (1955). 第 9 報 カタクチイワシ *Engraulis japonicus* T. & S. の生態的研究 (Ⅱ). 山口県内海水試調研業, 7 (1).
 菅原英一・浜田尚雄 (1958). 昭和29—31年イワシ資源調査経過報告. 兵庫県水試 (謄写).
 田 中 昌 一 (1956). 遠州灘方面で水揚げされたカタクチイワシの体長組成—1. 1951 年及び 1952 年. 東海区水研報告, (13).
 渡 辺 和 春 (1955). カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について. 日本海区水研研究年報, (2).
 ——— (1956). 日本海のカタクチイワシについて. 日本海イワシ資源調査概要 No. 11, 日水研 (謄写).
 ——— (1958). 日本海におけるカタクチイワシの脊椎骨数の変異について. 日本海区水研研究年報, (4).
 安村長・宇都宮正・大塚雄三・前川兼佑 (1956). 山口県瀬戸内海におけるイワシ網漁業とカタクチイワシに関する研究. 山口県内海水試調研業, 8 (2).

横田滝雄・古川一郎 (1952). 日向灘に於けるイワシ類の資源生物学的研究. 第Ⅲ報 カタクチイワシの
有性骨数の変異と成長について. 日水誌, 17 (8), (9).
横田滝雄・浅見忠彦 (1956). 昭和28年鰯資源協同研究経過報告. 南海区水研.

Appendix

Monthly change in the average number of anchovy eggs obtained by one
haul and in the surface water temperature by regions, 1955.

Sea area	Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	K	X	XI	XII
Shimane coast	Egg	+	0	2	19	56	2	4	4	+	1	0	—
	Water temperature	13.33 ^{**}	13.42 [*] 12.93 [*]	14.32	14.61 ^{**} 14.93 [*]	17.40	21.09	23.40	26.19 [*]	25.20	19.91 [*]	18.22 [*]	—
Kogima N 100 mile	Egg	—	0	0	14	+	85	+	0	0	—	0	0
	Water temperature	—	12.81	13.00	14.39 [*]	14.99	17.34	21.52	27.47 ^{**}	25.91	—	17.85	16.78
Wakasa Bay	Egg	0	0	0	4	297	24	0	0	+	+	0	0
	Water temperature	13.10	12.15	11.23	12.19	14.66	18.66	23.67	27.37	25.53	21.32	18.23	16.76
Rokko-Zaki NW 90 mile	Egg				0	0	45	0	—	10	0	0	0
	Water temperature				10.78	13.51	18.10	21.93	—	27.31	20.39 [*]	16.55 [*]	15.10
Toyama Bay	Egg				0	39	1367	6	—	0	0	0	0
	Water temperature				11.01	13.42	19.36	22.81	—	26.52	22.63	17.25	15.79
Niigata coast	Egg				—	—	—	99	2	—	0	—	—
	Water temperature				10.93	14.72	17.46	21.92	26.53 [*]	25.95	20.56 [*]	16.64	—
Kamo NW 100 mile	Egg				0	49	5	10	0	0	—	—	—
	Water temperature				11.26 [*]	14.42	17.09	25.53 [*]	26.51 [*]	23.58 [*]	—	—	—
Nyudo-Zaki W 80 mile	Egg				0	0	+	+	—	0	0	—	—
	Water temperature				10.27 [*]	13.91 ^{**}	15.36	19.53	—	25.35	18.01	—	—
Henashi-zaki W 80 mile	Egg				0	17	2591	33	—	—	0	0	0
	Water temperature				10.15 [*]	12.35 [*]	17.16 [*]	20.19	—	25.64	18.43 ^{**}	14.95	12.50
Mutsu Bay	Egg				—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Water temperature				—	10.70 [*]	15.97 [*]	23.91 ^{**}	23.71 [*]	—	—	—	—
Tsugaru Channel	Egg				—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Water temperature				9.15 [*]	11.20 [*]	13.22	18.48	23.57	24.19	20.41	15.49	12.79

Observations were as a rule made in the first decade of the month, but rarely they were carried out in the second decade (*) or in the last decade (**).

+ Less than one egg obtained.

— No sample or no observation.

日水研年報 (4): 153-163, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 153-163, 1958.

日本海におけるハタハタ地方群とその生態・ 形態的特性について

大 内 明

On the Two Groups of Sand-Fish in the Japan Sea with Special Reference to the Morpho-Ecological Characters

BY

AKIRA OUCHI

Abstract

This report deals with some ecological and morphological characters of the sand-fish, *Arctoscopus japonicus* (STEINDACHNER), sampled from four localities in the Japan Sea. The results may be summarized as follows:

It was recognized that the best fishing season of the sand-fish is entirely different in the southern and northern regions of Noto Peninsula, that is, the population of the sand-fish in the Japan Sea could be generally divided into the northern and southern groups, the boundary of these being found in the vicinity of Noto Peninsula, and each group having respective specialized morphological and ecological characters.

The southern groups were mainly composed of immature fishes of 18 cm. and less in body length throughout the fishing season. In the northern region, on the other hand, the mature fishes were caught together with the immature ones.

The difference in the mean value of the vertebrae number was found to be significant between the northern and southern groups in the Japan Sea, i. e., the number is higher in the southern groups than in the northern ones. In the number of first dorsal fin rays, however, no local variations were found.

The southern groups have also a tendency to be higher than the northern ones in the growth coefficient (n) in the equation of $w = k_l l^n$, where l is the body length, w the body weight.

As regards the difference in sex-ratio in two regions, the females were, in general, more abundant than the males except those fishes examined at Funakawa, Akita Pref. In the fishes found at Kasumi, Hyogo Pref., the females were especially prominent, occupying about 65 % of total samples.

I. ま え が き

本邦のハタハタは、北海道釧路以南宮城までの太平洋沿岸、オホーツク海沿岸、及び日本海一円に広く分布しているが本土日本海がもつとも多く、全漁獲の65%の150~200万貫の水揚げがある。なかでも山形、秋田の両県は古くからその産額も大きく、日常の食生活と関連して重要な魚種とされている。また、日本海南部、とくに兵庫県ではここ2、3年急激に増加し、北部諸県をしのぐ漁獲を挙げている現状である。

このように、ハタハタは漁獲の面だけでなく、資源的にも重要な意義をもっているが、漁獲に年変化がきわめて大きく、これと対照的な性格をもつ変動性の少い魚と対比し、変動すること自体の資源的意義を見出す上において、重要な魚種である。

当水研で、この魚を底魚資源調査の対象魚としてとりあげたのが、昭和30年であるが、現在までの経過の要約は、不備であるが、研究報告第4号(1956)に収録した。ここでは、前報と多少重複する点もあるが、その後の資料を材料として次のようにとりまとめた。

これまでもハタハタについての群の構成や特性を扱ったものは2~3あるが、いずれも局地的のもので全般にわたったものはない、よつて筆者は、秋田、新潟、福井及び兵庫各県のハタハタ各群についてその生態的あるいは、形態的特性を明かにすると同時に group の問題にも言及した。

本文に入るに先立ち、資料の集収に御助力下さった秋田、新潟、福井、及び兵庫各県水産試験場の担当者各位、北海道日本海側の資料をご恵送下さった北水研、花村技官及び石田力一技官、資料の整理、とりまとめにあたってとくに労を煩わした笠原美智子、佐藤信夫の両氏に対し、さらには何かと御助力下さった尾形技官、また、この報告の作成にあたって御後援と格別な御教示を賜った加藤資源部長に対し、深甚の謝意を申し述べておきたい。

II. 材 料 と 方 法

本資料は、底魚資源調査の一環として集められたもので、秋田、新潟、福井、兵庫の各県水産試験場が調査の委託をうけ、15トン以上の中型底曳船から、船中、新潟、敦賀、香住の各港市場に水揚げされた魚体を測定したものである。

漁場は、おおむね各県の地先の200m以深の海域であるが、香住港の材料だけは、兵庫県の津居田から隠岐島にいたる海域で主にとられている。供資料数は、その都度本文の図、表中に明記した。

魚体測定は、あらかじめ定められた方法に従い無作為抽出した。各項に述べる魚体は、前記魚体測定した魚の中から sub-sampling したものである。また第1背鰭条数、脊椎骨数の測定は、兵庫県をのぞく他は、日水研に資料の送付をうけ、同一人によつて行われた。

脊椎骨数は urostyle を除く脊椎の数を算出した。また、ハタハタの漁獲高については、農林省統計調査事務所の統計表を引用した。

III. 結 果 及 び 考 察

1) 漁期について

漁期については、すでに筆者等が研究報告 No. 4 (1956) に詳述しているが、本題を進めていく上に再録することも必要であるので、以下にその概要を述べる。

第1表は、1953及び1954年の漁獲高を県別、月別に現わしたもので、秋田、山形両県は、9~12月が盛漁期で、とくに11~12月が多い。新潟県も9~12月がもつとも多いが、2~4月に次の山が現われている。富山県は、地先での操業は少く、石川県、内浦の北部漁場にまで出漁するため、いわゆる富山県地先のみの漁獲はわからない。しかし、ここでもやはり、底曳漁期の前期に漁獲の山があるようである。第1表に掲載していないが、北海道日本海でも前述と同様のことがいわれる。

石川県の主なハタハタの漁場は、その多くが、外浦という加賀沖合であるため、その漁獲高の様子は、一応能登半島西岸の漁況を現わしているとみてよからう。ここでは前記とは異つて、1~4月に漁獲の山があ

Table 1. Monthly catch of sand-fishes in respective prefectures in 1953 and 1954.

(Unit: 1,000 kan)

Prefecture	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Akita	1953	0	6.8	1.4	2.0	5.1	2.8	—	—	32.0	36.1	68.3	153.7
	'54	17.8	8.2	4.3	3.6	3.0	2.9	—	—	13.5	38.5	113.5	131.1
Yamagata	'53	5.9	9.3	5.8	3.3	0	0	—	10.7	35.3	23.7	62.3	60.0
	'54	7.7	9.6	9.5	5.3	0	0	0	13.5	11.8	52.8	77.5	40.5
Niigata	'53	16.6	40.5	22.7	21.2	1.9	0	—	—	24.4	62.9	56.9	30.8
	'54	0	21.1	17.9	7.0	0	0	—	—	6.1	40.8	54.1	22.8
Toyama	'53	1.4	3.2	7.4	5.1	0	0	—	—	5.6	13.6	3.4	—
	'54	0	1.0	5.8	4.8	7.2	0	—	0	1.6	2.1	0	0
Ishikawa	'53	16.5	30.5	35.4	24.4	7.5	—	—	—	0	0	0	12.3
	'54	11.8	6.3	7.5	4.2	4.5	—	—	—	0	0	0	1.0
Fukui	'53	11.6	20.0	22.7	38.9	21.2	—	—	—	—	0	0	2.9
	'54	7.9	19.3	22.2	14.3	15.2	—	—	—	0	1.7	2.0	3.4
Kyoto	'53	6.2	5.0	13.7	9.9	0	—	—	—	—	0	0	1.5
	'54	3.0	6.6	18.5	8.0	4.8	—	—	—	0	0	0	3.7
Hyogo	'53	4.8	16.3	32.3	77.5	48.1	0	—	—	0	3.8	15.6	30.4
	'54	25.8	66.9	75.0	67.2	44.9	—	—	—	—	11.8	12.3	13.7
Tottori	'53	9.3	12.5	28.7	34.3	12.5	—	—	—	0	23.0	12.4	19.1
	'54	14.8	18.3	28.9	34.0	15.5	0	—	—	1.9	9.1	29.5	35.8

る。以下同様に福井、京都、兵庫、鳥取の各府県でも石川県の場合と同様、1月または2月以降5月の間に漁期の山がみられる。ただ、鳥取県は、10～12月でも漁獲の多いことは前記の場合と若干おもむきを異にしている。

以上を要約すると、能登半島以北の諸県では、大体において底曳漁期の前半である9～12月に、同南部諸県では、逆に漁期の後半の2月以降に漁獲の山が現われていることである。換言すれば、新潟、秋田、山形の諸県では、12月に産卵が行われることが確認されており（研究報告 No. 4, 1956）、いわゆる産卵の前期に漁場が形成されている。第2表は兵庫、福井両県での雌成魚(15cm以上)の卵巣の熟度指数 $\left(\frac{\text{卵巣重量}}{\text{体長}^3} \times 10^3 \right)$

Table 2. Monthly occurrence of gonad index $\left(\frac{\text{Gonad weight}}{\text{Body length}^3} \times 10^3 \right)$ for mature females caught in Kasumi and Tsuruga districts.

G. I.		0.2 >	0.21~1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~4.0
1957	Sep.	0	0	4	1	0
	Oct.	0	0	12	6	0
	Nov.	0	0	1	2	0
	Dec.	0	0	0	0	2
1958	Jan.	12	0	0	0	2
	Feb.	14	0	0	0	0
	Mar.	24	0	0	0	0
	Apr.	29	0	0	0	0
	May	42	0	0	0	0

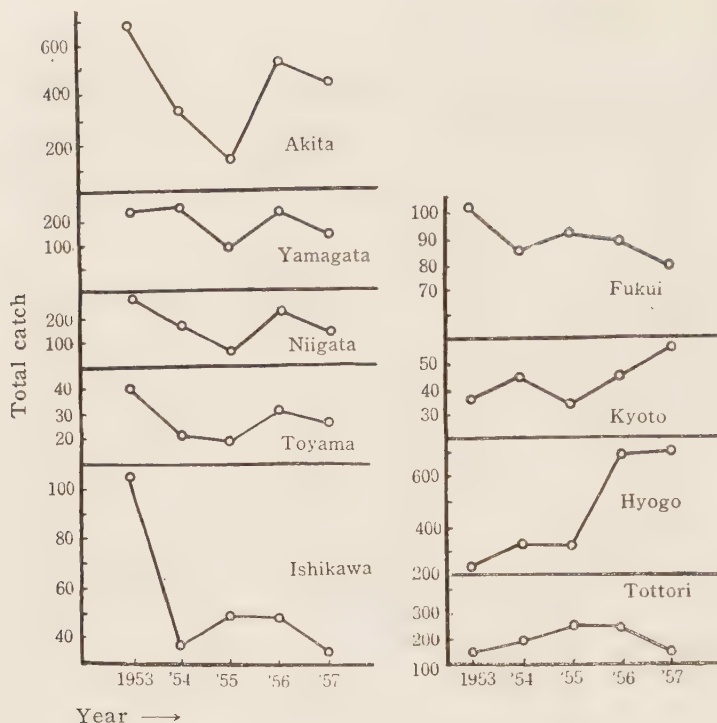


Fig. 1. Annual catch of sand-fish by region and prefecture.
(Unit: 1,000 kan)

また、石川、福井両県、京都府と兵庫県でも、各々同一の傾向を示していることがわかる。このようにいくつかの類似な漁況の型に分け得ることは、各型内の群では、ある共通した環境が漁況を支配していることを物語つていようし、各群は生物学的にある共通した特性をもつ集団であるとも解される。

2) 体長組成について

漁期を9～12月、1～3月、4～5月の3期に分けそれぞれの体長組成をみてみよう。

第2図は、各期における地域毎の体長組成を現わす。この図のうち船川の1月以降、新潟の4月以降が欠けているのは sampling されていないためである。

9～12月をみると、新潟、船川の両群は、16, 17 cm にモードをもつ組成を示しているが、敦賀、香住の南部群はこれより低い14 cm にモードがあ

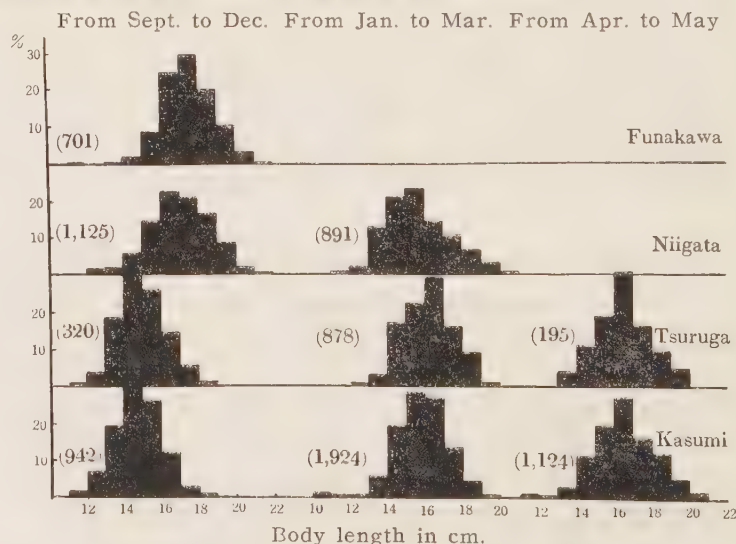


Fig. 2. Frequency distribution of the body-length of sand-fish by region (1956~1957). Numbers of specimen are given in parenthesis.

の変化を月別に現わしているが、とにかく、資料が少いまでも、1月以降は産卵が行われず、12月にあるらしいことが推定される。これからも南部諸群は、産卵後未成熟が接岸し漁場が形成されることがわかる。盛漁期以外の魚群の行動については今後に残された大きな問題である。

第1図は1953年以降1957年までの年間の漁獲高の変化を示している。これを見ると日本海一円で、類似な型をもついくつかの漁況に分けられるようである。すなわち、富山県以北の諸県では漁獲の年間の山谷がほぼ同一の傾向を示している。第1図には掲載していないが、北海道日本海でも前述と同一傾向を示している。

ること、そして 18cm 以上の産卵群が南部 2 群にはあまりみられないこと等が新潟、船川群との相違として見出される。すなわち、香住、敦賀 2 両群は、産卵成魚の出現が少く、主として未成熟群で構成されている。しかし、1～3 月では、新潟群でも成魚に代つて未成熟群が、主構成をなしていることは図からも明らかである。南部両群は、この 1～3 月でも 9～12 月の期と同様やはり未成熟群から成つている。北部では、産卵がごく沿岸で行われるため、200m 以深のいわゆる底曳漁場では、一時期に成魚が少くなることは考えられるが、長い期間、あまり漁獲されないことは、どのように解釈すべきだろうか。南部漁場群と併せ考えると、ハタハタは未成魚と成魚は大きくみて棲分けしているといわれよう。1 月以降漁獲が激減することは、この成魚の減少と関係があるようである。4～5 月は南部両群で 18cm 以上が、9～3 月の時期よりもいくらか増しているが、成長を考慮に入れると、実際は成魚が 4～5 月でも増していないことがいわれる。

このように南部群で成魚の出現の少いことは、例年の現象で 1 つの特徴と思われる。南部海域の漁場は、その多くが 400m 以浅であるが、この海域から成魚が大量にとられたという記録は今までにない。同一海域で周年にわたる操業でないが、島根水試が行つた隠岐北方の漁場開発の結果 (1955～1957)、さらには、日水研、兵庫水試の協同で行つた、径ヶ岬沖合の深海底曳調査 (1957) 結果でもやはり若令魚が漁獲の主体をなしていて、成魚は多くとられていない。このように南部漁場では成魚と未成熟魚とが棲分けしているが、この成魚が何処に棲息しているのか、また何処で産卵及び発生が行われているのか全く不明である。

3) 第一背鰭条数と脊椎骨数の地方変異

地域間変異性をみるに先立ち、異年令間、及び同一地域からのサンプル毎の偏りを吟味しておくことが必要であるので次のように検討を行つた。

A) 異年令間の変異

敦賀、香住群は主に 1 年令から成つてゐるので問題外であるので、新潟群について検討を行つた。

2 つの年令 (1, 2 才) 間の脊椎骨数、第 1 背鰭条数の平均値の差の有意性の検定を行つた結果が第 3 表 (A) である。(t-検定) ここで t の値は $\alpha=0.01$ で 2.57 であるので、明らかに有意差は認められない。

Table 3. Test of significance of difference in mean values of the number of vertebrae and 1-st dorsal fin rays between different age groups (A), periods (B), and regions (C).

(A)

Sex	Number of vertebrae		Number of 1-st dorsal fin rays	
	Female	Male	Female	Male
Period				
Sept.~Dec., 1956	0.6292	1.2083	0.2193	1.7335
Jan.~Mar., 1957	0.7526	0.3183	0.2606	0.3699

(B)

Region	Period	Sex	Number of vertebrae		Number of 1-st dorsal fin rays	
			Female	Male	Female	Male
Nii-gata	Sept.~Dec., 1956	Jan.~Mar., 1957	0.224	1.041	2.514	0.038
Kasumi	Sept.~Dec., 1957	Sept.~Dec., 1956	1.467	0.708	0.725	1.001
	Jan.~Mar., 1957	Jan.~Mar., 1957	0.148	1.084	1.061	2.067
	Apr.~May, 1957	Apr.~May, 1957	1.461	0.426	0.267	1.168
Tsuruga	Sept.~Dec., 1957	Jan.~Mar., 1957	0.648	0.584	0.689	1.494
	Jan.~Mar., 1957	Apr.~May, 1957	0.069	1.690	3.415	1.371
	Apr.~May, 1957	Sept.~Dec., 1957	0.048	2.117	1.195	2.623

(C)

Number of vertebrae (1956~1957).

Number of 1-st dorsal fin rays (1956~1957).

	Funa- kawa	Niigata	Tsuruga	Kasumi		Funa- kawa	Niigata	Tsuruga	Kasumi
Funa- kawa					Funa- kawa				
Niigata	1.909 (0.369)				Niigata	2.043 (1.418)			
Tsuruga	3.741 (3.854)	4.279 (6.372)			Tsuruga	0.067 (0.326)	3.229 (2.270)		
Kasumi	3.109 (2.809)	3.631 (4.854)	0.704 (1.049)		Kasumi	1.446 (1.154)	0.854 (0.232)	3.003 (1.784)	

$t(n\infty, \alpha=0.01) = 2.57; () \dots \text{male.}$

B) 脊椎骨数及び第1背鰭条数の船毎の平均値のちらばり

脊椎骨数は46~51までの変異がみられるが、船毎のサンプル(50尾以上)の平均値がどのような偏りをしているかをみるために平均値をプロットしたのが第3図である。すなわち、新潟は48.20から48.90、敦賀は45.60から49.15、香住は45.50から49.9とそれぞれ巾の広い分布をもっているが、いずれもおおむね分布の

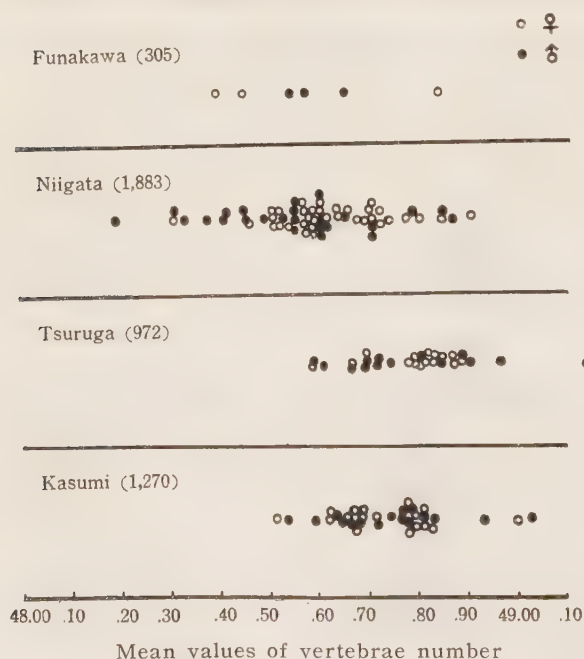


Fig. 3. Distribution of mean values of the vertebrae number by each sample and region from 1956 to 1957. Specimen numbers are indicated in bracket.

中央部に集中している傾向がある。このことは、船によるかなりの変異もあろうけれども、全般的にある値にかたまって分布していることを示している。これらの散らばりを地域的に比較してみると、敦賀、香住の両群は、よく類似した分布型をなしているが、これらと新潟群とは、明らかに分布に相違が認められる。

上述のことは、漁期間を通じて検討のであるが、この漁期間をいくつかに分けた場合、各々の漁期間に偏異が大きいかどうかを見る必要もあろう。そこで各期間の平均値に有意な差があるかどうかをみるための t 検定値が第3表(B)である。これをみると明らかなように、脊椎骨数はいずれの期間も有意差は認められない。すなわち、散らばりに、漁期間で大きな偏りがないことがわかった。しかし第1背鰭条数は2例に有意差が認められたが全体で有意差がみられない。

C) 地域間の変異

脊椎骨数

第3図から、日本海の新潟群と、香住、敦賀群とは脊椎骨数のサンプル毎の平均値の分布型に違いのあることを述べたが、これらをさらに統計的に検討したのが第3表(C)である。また、期間及び地域毎の平均値及び標準偏差を示したのが第4表である。第3表(C)をみると新潟と敦賀間、新潟と香住間、香住と船川間、すなわち北部群と南部群間では明らかに有意な差が認められる。しかし、秋田と新潟、兵庫と福井間のいわゆる南北両群間の相互では有意差は見られなかった。これらのことは、第4表でも伺われる。第3図第4表からいわれることは、新潟、秋田両県の群は、兵庫、福井の群に比べて、脊椎骨数の平均値が低い値を示していることである。このような事実は1カ年のみの結果ではなく第5表に掲げた1956、1958年においても同様なことがいわれる(表中の空白は、資料を欠く)。

今、産卵後孵化までの水温について少しく吟味してみよう。(沿岸定置観測資料、昭和28~32年)日本海一円のハタハタ(北海道日本海を除く)はおおむね12月下旬以降に産卵が行われるものとして、ここでは1月の沿岸表面水温についてみてみよう。入道崎(秋田県)で8~9度、加茂(山形県)で8~10度、径ヶ崎(京都)で10~11度、岩見町(鳥取県)で10~12度、日御崎(島根県)で12~13度と明らかに沿岸水温は、南部は高温である。ハタハタは、沿岸浅所で産卵を行うものとする、南部2群の脊椎骨数の高い現象は説明できない。すなわち脊椎骨数は水温と逆相関にあるとするならば、南部群は北部群より低温な水塊で産卵、発生が行われなくてはならない。

33年12月初旬、北海道雄冬岬沖で底曳網でとられた資料(136尾)及び同じく石狩湾厚田沖で定置網でとられた資料(120尾)について脊椎骨数の平均値を見てみると、前者は 48.64 ± 0.37 (体長、12.6~20.4cm, モード 15cm), 後者は 47.46 ± 0.63 (体長 12.4~19.9cm, モード 14cm)と、近辺の海域からとられた2群間で、大きな差が認められた。このように同一海区でも群により、大きな差異があることは、山口(1956)が秋田県沖の8地点群のハタハタについて同様な現象があることを指摘している。すなわち8地点の資料について平均値 $48.52 \sim 49.28$ を得ている。したがって北海道石狩湾のハタハタの脊椎骨数の平均値を論ずることはわずか2群のみではできない。

Table 4. Mean number of vertebrae and 1-st dorsal fin rays of sand-fish.

Period			Sept.~Dec., 1956		Jan.~Mar., 1957		Apr.~May, 1957	
			No.	M $\pm$ δ	No.	M $\pm$ δ	No.	M $\pm$ δ
Number of vertebrae	♀	Funakawa	88	48.50 ± 0.69				
		Niigata	554	48.64 ± 0.69	472	48.65 ± 0.72		
		Tsuruga	120	48.77 ± 0.71	344	48.82 ± 0.72	108	48.81 ± 0.76
		Kasumi	228	48.74 ± 0.83	344	48.74 ± 0.78	216	48.75 ± 0.76
	♂	Funakawa	217	48.58 ± 0.78				
		Niigata	503	48.58 ± 0.67	354	48.53 ± 0.72		
		Tsuruga	87	48.85 ± 0.72	224	48.79 ± 0.83	89	48.62 ± 0.71
		Kasumi	162	48.74 ± 0.79	216	48.80 ± 0.82	104	48.70 ± 0.65
Number of 1-st dorsal fin rays	♀	Funakawa	86	10.76 ± 0.76				
		Niigata	561	10.87 ± 0.68	490	10.98 ± 0.74		
		Tsuruga	128	10.84 ± 0.72	352	10.67 ± 0.77	113	10.96 ± 0.84
		Kasumi	227	10.85 ± 0.83	344	10.90 ± 0.77	96	10.83 ± 0.73
	♂	Funakawa	214	10.91 ± 0.70				
		Niigata	506	10.99 ± 0.73	358	10.99 ± 0.77		
		Tsuruga	92	11.03 ± 0.74	226	10.89 ± 0.76	216	10.77 ± 0.60
		Kasumi	162	10.98 ± 0.75	216	11.06 ± 0.78	104	10.87 ± 0.74

Table 5. Mean values of vertebrae number by locality. Bracketed numbers indicate the individuals examined.

Year	1956	1957	1958
Localities			
Funakawa		48.55 (305)	
Niigata	48.49 (574)	48.61 (1,883)	48.48 (599)
Tsuruga	48.63 (497)	48.79 (972)	
Kasumi	48.64 (378)	48.74 (1,270)	48.65 (909)

4) 体長と体重の相対成長

体長 (l) と体重 (w) との間に $w=kl^n$ の関係があるが、このうちでも n は体長に対する体重を推定する意味をもつと同時に、一般に **population** の異同をみるための一つの目安としても利用されてきた。筆者は、新潟、敦賀、香住の各群について、この n の値を吟味しようとした。取扱上注意せねばならないことは、 n は体長範囲のとりかたや、性別によっても異なってくるし、また魚体間で摂餌量あるいは、産卵状態の異同等によっても変ってくるので、できるだけこれらの条件を均一にして取扱う必要がある。

産卵は日本海北部、南部とも12月であり、1月以降のすべて資料は、産卵をすませたものであるため、産卵という条件を均一にするため1~3月の期間のものを計算の対象とした。体長は12~18cmに限定し、これ以外の体長のものは除外した。食性については、研究報告 No. 4 (1956) に述べているが、そのほとんどが、*Parathemisto* sp. で、食餌組成に大きな相違は認められない。

第6表は以上の条件のもとで求めた n の値である。(秋田県は1~3月の資料がないので除外した) すなわち1957、1958年の両年とも南部2群は北部群に比べて高い傾向にある。すなわち、南部群は北部群に比較して群肥満度(木村, 1935)が高いといえよう。

Table 6. Showing the growth coefficient (n) in the equation $w=kl^n$ from the materials obtained in January to March.

Sex	♀		♂	
	1957	1958	1957	1958
Year				
Locality				
Niigata	2.86	2.87	2.47	2.80
Tsuruga	3.05	3.13	3.31	3.36
Kasumi	3.09	2.94	3.24	3.51

5) 性比について

第7表は底曳のみで獲られた資料の性比を地域ごとにまとめたものである。すなわち、船川群は極端に雌の出現が少く、33~40%である。これを対象的なのは香住群で、前記とは全く相反し雌が極端に多く、平均して65%の多さを占めている。この中間にある新潟、敦賀の両群は、やはり雌の出現が高いが、全般的にみて南方群が北方群に比べて若干雌が多い傾向にある。このような事実は、過去の資料からでも明らかにいい得ること。生態的にみて興味ある現象といえよう。性比を期間別にみてみると、定った方向性はないが、南方群では1月から3月に雌が多くなる傾向があるようである。次に、船毎の雌雄の出現状態をみると、第8表の通りである。A: 0~20%, B: 21~40%, C: 41~60%, D: 61~80%, E: 81~100

Table 7. Percentage occurrence of female sand-fish at each locality (1955—1958). Sampled numbers are indicated in bracket.

Locality	Month	Sept.~Dec.	Jan.~Mar.	Apr.~May	Yearly mean
Funakawa	1956	33.8 (574)	—	—	33.8 (574)
	1957	40.2 (794)	—	—	40.2 (794)
Niigata	1955	64.8 (318)	—	—	59.4 (588)
	1956	—	52.9 (270)	—	
	1956	50.7 (1,252)	—	—	54.7 (1,927)
	1957	—	57.3 (855)	—	
	1957	47.9 (223)	—	—	60.2 (658)
	1958	—	66.4 (435)	—	
Tsuruga	1956	58.1 (222)	—	—	58.9 (1,011)
	1957	—	60.9 (579)	54.3 (210)	
	1957	68.3 (66)	—	—	66.2 (293)
	1958	—	68.9 (180)	54.7 (53)	
Kasumi	1955	62.2 (452)	—	—	64.9 (1,080)
	1956	—	69.5 (400)	60.2 (128)	
	1956	60.9 (510)	—	—	64.5 (2,259)
	1957	—	64.2 (1,096)	67.5 (680)	
	1957	63.3 (749)	—	—	64.9 (1,769)
	1958	—	66.2 (736)	66.2 (290)	

(♀の出現)のように分類した出現回数をまとめてみると、船川、新潟はAからEまでの巾の広い分散をしているが、敦賀、香住はCからDの間に分布がまとまっている。すなわち、北部2群では、船川の雌雄比に差が大きくでているが、南部2群では比較的雌雄比の差が大きい。わずかに2群であるが産卵期におけ

Table 8. Stratified occurrence of females in each sample, in which A indicates females of 0~20%, B 21~40%, C 41~60%, D 61~80%, and E 81~100% occurrence, respectively (1956~1957).

Locality	Class	Sept.~Dec.	Jan.~Mar.	Apr.~May	Total
Funakawa	A	2	—	—	2
	B	4	—	—	4
	C	2	—	—	2
	D	1	—	—	1
	E	—	—	—	—
Niigata	A	2	—	—	2
	B	1	1	—	2
	C	6	4	—	10
	D	2	3	—	5
	E	1	—	—	1
Tsuruga	A	—	—	—	—
	B	—	—	—	—
	C	2	5	2	9
	D	1	4	1	6
	E	—	—	—	—
Kasumi	A	—	—	—	—
	B	—	—	—	—
	C	3	6	6	15
	D	4	10	5	19
	E	—	—	1	1

る北海道石狩湾のハタハタも同様、群による性比の差が大きい、すなわち、1群は♀が全体の91%、他は86%を占めていた、このことから北部群の場合、雌雄比に差が大きいことは産卵生態と関連あるものと思われる。

6) 耳石に現われる第1輪紋形成の位置

第4図は、新潟、香住両群の第1輪紋の形成される位置を現わす、耳石中心部から、第1輪紋までの距離の分布を示している。これをみると、両群はほぼ一致した分布型を示していることがわかる。このことは各群とも耳石のほぼ同じ位置に第1輪が形成されることを意味している。

筆者等は先に新潟のハタハタは、平均体長5cm前後に第1輪紋が作られるであろうことを推定したが、この5cm前後のものは、後述のように底層生活に移行した時期に相当すると思われる。南部群は成魚もとられず、産卵場もわからないが、第1輪紋が形成される位置が北部群と等しいことから、発生後第1輪紋が形成される初期時代は、北部群と類似な生活を送るのてないだろうか。

北部群は、12月中・下旬に産卵が行われるが、その後50~60日で孵化(小川, 1955)し、沿岸での生活を送るものと考えられる。4~5月、沿岸浅所で行われるアミ曳網中に2cm内外のものが、小アミの中に多

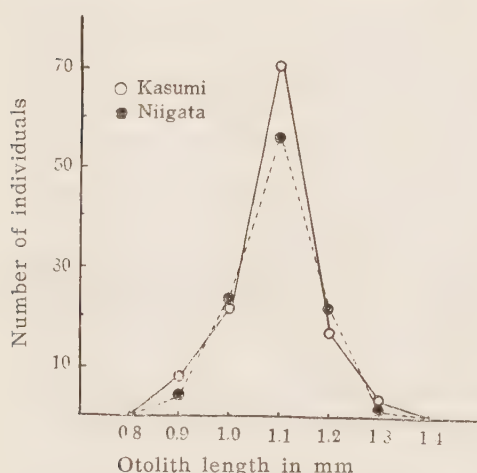


Fig. 4. Frequency distribution of the first year ring formed in an otolith.

すなわち、石川県北部諸群は9~12月に、同南部諸群は2~4月にそれぞれ漁獲の山がある。また北部海域では、産卵前は未成魚とともに、成魚も多く漁獲の対象となっている。産卵後は、若令魚が主構成群となり成魚は、既成漁場から逸散する傾向にある。これに比し、南部海域は、漁期間、未成魚が構成の主要部をなしていて、成魚はほとんどとれない。これらがどこで産卵、成育し沿岸の群に添加されるものか不明である。さらには北部諸群は、南部群に比べて脊椎骨数が低く、有造性化が早い。そして、群肥満度(木村, 1935)は、北部群は低く、南部群は高い現象がみられた。以上のような、盛漁期、体長組成、脊椎骨数、群肥満度等において明らかに石川県以北と同以南群とでは差がみられることは、北部、南部両群は **population** の相違と考えられよう。

秋田水試(1957)でハタハタの親魚の放流試験を行つているが、これまでの結果からでは、ハタハタは深淺移動が主で、水平移動は余り行われていない事実、また、山口(1956)は、秋田県沖合群を形成の面からいくつかの集団に分けていくように、どこかで定着生活に移行した後は、あまり水平移動は行われていないのではないかと推定される。このような見地から、日本海中部以北の群は、前述のように、いくつかの共通した特性を具しているけれども、さらにいくつかの群に分けられるであろう。

日本海中部以南の群は、北部群とは発生源の異なる異集団であると考えた方が妥当のようであるが、南部

く混獲される(32年4月13日、新潟県松ヶ崎、アミ曳網で採集、体長2.1~2.4cm)。このアミ曳網は中層曳網であるので、この体長のものは、まだ游泳生活を送っているであろうことが推定される。

11月、底曳で体長範囲3~10cm、モード6~8cmのものがとられる。したがって、6~8cm以降の大きさのものは、すでに底層生活を送っていることがわかる。前述のことから推定して、3~5cm大になつてようやく底層生活に移るものと思われる。またその期間も6月以降~10月の間でないかと推定される。

7) Population

ハタハタ地方群の生態的、形態的諸特性は前述したが、これらの諸特性の類似のものをまとめ、いくつかの **group** を考えるならば、大きくみて、石川県北部の群と同以南の群に分け得ることができよう。

群がどこにその **origin** があるのかいまのところわからない。

日本海本土沿岸のものについて、脊椎骨数は北低、南高の傾向があることから、少なくとも南部群は、北部群より低温な水塊で産卵、発生が行われるのではないかと推定したが、このような海域は、200m 以深の深海か、日本海本土沿岸以外の低温な海域（例えば東朝鮮）であろうが、この何れかをきめる資料を持ち合せていない。南部沿岸でとれるハタハタは、既成漁場では成魚が量的にいつて、ほとんど漁獲されない事実から、後者、すなわち、日本海本土沿岸以外の海域に **origin** があると考えた方が妥当ではなかろうか。ハタハタの稚仔は孵化後かなり長期間游泳生活を送っているので、他海域で発生したものが海流に乗り、日本海本土沿岸海域に運ばれそこで成長するのでなかろうか。成魚になればまた産卵場に移行するものと考えられる。

IV. 摘 要

日本海4地方に産するハタハタについて、生態的、形態的特性について検討した。そして次に示すような結果を得ることができた。

1. 能登半島の以北と以南の海域では、相反した盛漁期を示している。すなわち、南北両型群に分けることができる。各群は、おのおの、形態的、生態的に類似した特性をもっている。
2. 南部2群は、漁期を通じ産卵体長18cm以上の成熟群の出現は少く、主に未成熟群で構成されている。北部2群は、成熟群も主なる漁獲対象をなしている。
3. 第1背鰭条数には、地域間の変異が認められないが、脊椎骨数は、南北両群間で有意な差があつた。また、北部に低く、南部に高い傾向が見られた。
4. 体長と体重との間の係数(n)で、新潟群は、南部2群に比べ低い傾向が見られた。

($w=kl^n$ w : 体重, l : 体長)

5. 地域間の性比を見ると、船川を除き、全般に雌の出現が高い。とくに香住群は、その65%余が雌である。これに反して船川群は、雌が少く雄が60%以上の出現を示している。

参 考 文 献

相川 広 秋 (1949). 水産資源学総論。

小川 良 徳 (1952). 秋田のハタハタに関する研究。日水研創立3周年記念論文集。

加藤源治・大内明 (1956). 重要魚種の漁業生物学的研究 (ハタハタ)。日水研研究報告 No. 4.

落 合 明 (1952). ニギスの生態学的研究 第2報 (体長と体重との成長係数)。個体群衆生態学的研究 No. 1 (京都大学農学部)。

日本海区水研 (1957). ハタハタの研究。底魚資源調査概報 No. 9.

秋田県水試 (1956). ハタハタ標識放流に関するプリント (A, B)。

小松 勇 作 (1949). 生物統計学。

領家安信・浅中正緑 (1958). 隠岐島沖合漁場開発調査。対馬暖流調査報告書 第3輯 (水産庁)。

渡 辺 徹 (1957). 群衆生態調査。底魚資源調査概報 No. 9 (日水研)。

花村宣彦・辻 敏 (1957). 対馬暖流調査第5回発表論文集。

日水研年報 (4): 165-179, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 165-179, 1958.

日本海におけるスケトウダラ（アカガレイ・その他の
底棲魚類を含む）の標識放流調査—I.
1956～57年の調査結果

尾形哲男・大内 明・佐藤信夫

Tagging Experiments on the Alaska Pollack in the Japan Sea-I.
Results of the Experiments Made in 1956-57

BY

TETSUO OGATA, AKIRA OUCHI AND NOBUO SATO

Abstract

In 1956 and 1957 fishing seasons (March-May), tagging experiments of Alaska pollack and other bottom fishes were conducted by members of the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory in Niigata. The present paper deals with the results of these experiments.

The tagging was carried out in the coastal waters off Niigata Prefecture and Toyama Bay by the cutting method of bottom long line, i. e., the fishing hooks to which tags were attached were lowered to the swimming layer of bottom fishes and when bitten by the fishes, the hook with a tag was cut off and fixed to the jaw of the fish.

The tagged fishes were estimated to count 7,120 for Alaska pollack (*Theragra chalcogramma* PALLAS), 459 for Flathead flounder (*Hippoglossoides dubius* (SCHMIDT) and 158 for others, the recaptured fishes being 205, 56, 5, respectively.

Many of Alaska pollacks tagged in the coastal waters off Niigata Prefecture migrated into Ryotsu Bay in spring and stayed there for a long time, but a few were recaptured in the sea off Yamagata Prefecture, Akita Prefecture and Toyama Bay.

I. 緒 言

日本海における底曳網、底延縄、底刺網等が漁獲の対象としている底棲魚類のなかで、もつとも漁獲高の多いものはスケトウダラである。しかし、その漁獲高の経年並びに地域的変動は非常に大きく、また、沿岸

漁民がとくに関心をもち魚類だけに、この変動機構を究明しておくことは重要である。

とくに最近では、スケトウダラの漁獲高が次第に減少しており、発生年級群の量的変動も著しい。たとえば、ある年に幼魚が大量に漁獲されても、他の年にはほとんどみられず、幼魚として漁獲のなかつた年級が数年後には成魚として大量に漁獲の対象になる。もちろん、産卵や発生環境の適、不適によつて稚仔の生残量も大きく左右されてくるであろうが、幼魚が大量に出現した年と皆無の年との環境条件については、あまり、明瞭な差異がでておらず、稚仔及び幼魚の地域的分布や、その棲息環境については充分解明されていないが、ある海域で幼魚がとれない年が続いても、その後の漁獲高に多少の差はあれ成魚の絶えることがないのは、成魚の移動力が大きく、他海域からの添加群が多いことを意味しているものと考えられる。

このような洄游性魚群の存在や移動生態を明らかにすることは、漁況を予察し、資源変動の機構を解析する場合の重要な問題であり、以東底魚資源調査の一環としてスケトウダラの標識放流調査を実施したのである。以下、現在までの再捕結果に若干の考察を加えて報告する。

本論に進むにあたり、この調査研究に多大の御指導を賜り、発表にさいして御校閲をいただいた日本海区水産研究所資源部長加藤源治氏、御援助をいただいた同所の笠原美智子氏、方法について御相談をいただいた北海道区水産研究所の今田光夫氏、現場において御協力を賜つた両津中央漁業協同組合の野口繁氏及び第五仙栄丸乗組員各位、寺泊漁業協同組合の解良正二氏及び第八水平丸乗組員各位、石川県水産試験場の市川善三郎氏及び日之丸各位に対して厚く御礼申し上げる。

I. 方 法

スケトウダラの標識放流は過去においてかなり実施されている。

北海道水産試験場（1931）は、延縄によつて漁獲された魚体の尾柄部に標識を巻きつける方法を用い、北海道区水産研究所（1951、1952）は、釣針切断法及び Jau-tag 式を試みているが、いずれも再捕結果があまりよくなかつた。朝鮮水産試験場（1931～36）では、延縄やトロールでとられた魚体の第1背鰭に標識をつけ、大量の放流によつて一応の成果を挙げているが、その再捕率は0.5%以下であつた。農林省水産試験場の蒼鷹丸（1941）や、朝鮮水産試験場（1942）が同様の方法で実施したが、いずれも再捕の記録は残っていない。

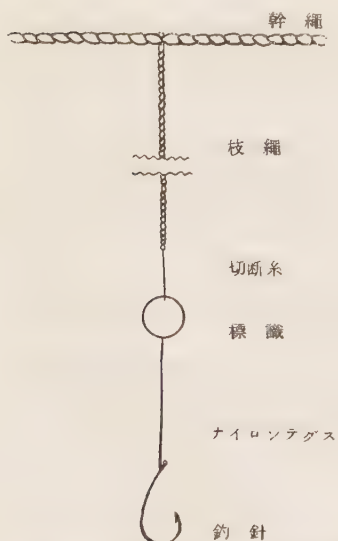
日本海区において漁獲されるスケトウダラは、朝鮮東岸や沿海州沖合海域と異なり、水温などの関係で常

時 200～400m の深層に棲息しているが、底曳網や底刺網で漁獲されるものはほとんど死亡しており、底延縄でとれる魚体も、生理的变化を受けて正常でないものが多い。したがつて、漁獲後に標識をつける方法は効果がうすいと思われるので、底延縄漁具を使用して、スケトウダラが餌を食べると同時に釣糸が切れ、標識を針とともに口につけたまま游泳できるような釣針切断法を採用した。

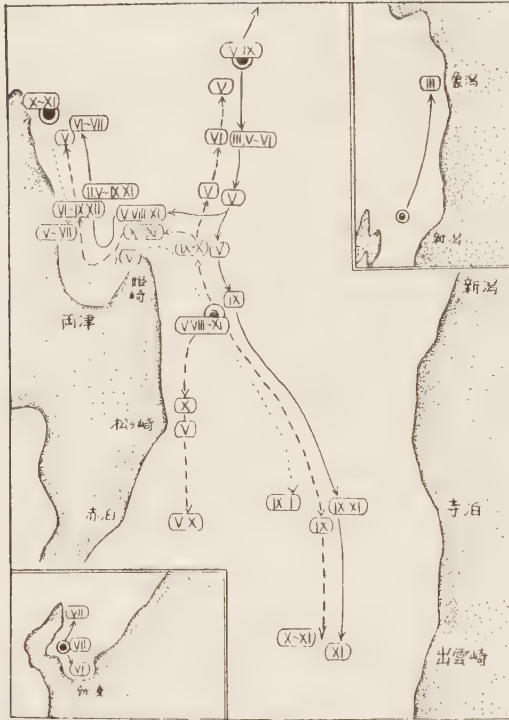
なお、この方法は、北海道区水産研究所（1951）の今田光夫氏等によつて試みられたことがあるが、これに後述するような改良を加えて用いた。

標識放流に使用した延縄漁具の構造は、新潟県佐渡両津附近で使用しているものに準拠した。第1図は標識部位とその周辺の構造を示している。

針糸には、腐蝕に堪えることと、綿糸の場合にみられる纏絡を避けるためにナイロンテグスを用いた。スケトウダラが針を呑みこむことも考えられるので、その場合でも標識が口外にあるように、その長さを21cmにした。テグスの規格は太いほど良好と考えられるが、針の大きさとの関係で4～7厘のものを使用した。



第1図 延縄漁具における標識結着部分の構造



第3図 標識放流再捕結果からみたスケトウダラの移動
(5月放流) ローマ数字は再捕された月
●印は放流位置

海域から延47810尾を放流しており、そのうち、朝鮮東岸～南部沿海州沖で223尾、北海道西岸の後志、檜山地区沖で13尾を再捕している。この北海道まで達したものは、1935年9月に放流したものが178日後に、同年11～12月に放流したものが、それぞれ、64, 70, 71, 83, 83, 104, 111, 116, 130, 817日後に、1936年4～5月に放流したものが、257, 302日後に再捕されている。これらの移動は、朝鮮北東岸の盛漁期(11～1月)と北海道後志、檜山地区の盛漁期(12～3月)のずれからも暗示されるものがある。また、朝鮮東岸～沿海州沖で再捕された記録を検討してみると、11～12月ごろ朝鮮海灣に集結する傾向がうかがわれ、その後は、再び北方に移動している。放流海域の近辺で再捕されたものは、放流後約2カ月以内のものが多く、その後はしばらく絶え、満1年後や2年後の同時期に再捕されていることから、回帰性があるものと推察している。もつとも経過日数の長いものは1,036日であつた。また、短期間に長距離を移動したものもあり、直線距離にして、11日間に約100哩移動したものや、70日間に450哩游泳して北海道側で再捕された例から、その行動力が非常に大きいことを認めている。

その他、北水研が1951年に、北海道日本海側で457尾放流し、そのうち2尾が放流場所の3哩以内で、放流直後に再捕されているが、1952年に日本海側で573尾、1951年に太平洋側で225尾、1952年に太平洋側で208尾放流したものや、朝鮮水試が1942年に朝鮮東側で1715尾、蒼鷹丸が1941年に(136°41.4'E, 38°49.5'N), (135°00.0'E, 41°00.0'N), (137°22.0'E, 42°03.5'N), (38°53.0'E, 45°40.5'N)の各海域で延31尾の放流を行つたものでは、再捕記録がない。

朝鮮水試がある程度の成果をあげることのできたのは、その地方のスケトウダラが水深20～30mの海域まで沿岸するため、標識をつける場合に、魚体の生理的変化が少なかったことによるものと思われ、また放流尾数が多かつたことも一因であろう。

したスケトウダラの再捕位置と再捕時期との関係を示し、第3図は5月に放流したものについて示した。

延縄漁具を用いた釣針切断法では、放流魚の魚種や大きさなどを確認できない欠点がある。実際には、スケトウダラのほかに、タラ、アブラツノザメ、アカガレイ、ズワイガニ、ホッケその他の雑魚が混獲されているから、切断したすべてが、スケトウダラであるとは限らない。そこで、魚種別放流尾数は、同時に同海域で操業した業者船の漁獲物組成から推定した。また、岩礁その他に纏絡して失われたものも若干あると思われるが、切断したものは一応全部魚がかかつたものと考えた。

Ⅳ. 考 察

過去において、スケトウダラの標識放流による調査は第2表に示すようにな行われてきた。北水試(1933)は、1931年2月に利尻島杵形沖で2,000尾放流して、48日後に樺太栗摩沖で1尾再捕し、同年12月に同海域で1,400尾放流したものの1尾が、655日後に朝鮮東岸に達していることを報じている。一方、朝鮮水試では、1931年以降1936年までに、朝鮮北東岸各海

第 2 表 スケトウダラ標識放流に関する既往調査結果

放流時期	放流場所	放流尾数	再捕尾数	経過日数	再捕率(%)	備考
1931~1936	朝鮮北東部沿岸	47,810	236	0~1086	0.49	朝鮮水試
1931	北海道利尻島沖	2,000	1	48	0.05	北海道水試
"	"	1,400	1	655	0.07	"
1941	日本海中央部	31	0	-	0	農林省水試
1942	朝鮮北東部沿岸	1,715	0	-	0	朝鮮水試
1951	北海道日本海側	487	2	0	0.41	北海道区水研
"	北海道太平洋側	573	0	-	0	"
1952	北海道日本海側	225	0	-	0	"
"	北海道太平洋側	208	0	-	0	"

今回、われわれの用いた釣針切断法は過去の結果に比較して、良い成績を挙げることができた。しかし、この方法では、標識魚の捕獲ができないことや、針の脱落、食害等による標識の紛失するおそれ、あるいは、針を口につけていることにより、摂食活動が鈍ったり、生理的悪影響を及ぼして死をまわく危険性などが考慮されなければならない。一般に、標識放流調査で問題になる再捕発見の手段や連絡方法にも、若干の危惧が感じられたが、後述のような好結果をえることができたので、この点についてはそれほど心配する必要はないと思われる。

また、この方法から、従来考えられていたカレイ類その他の底棲生物についての標識放流も可能である見通しがつけられたと考える。

1956年から1957年にかけて実施した放流によつて、1958年7月末日現在までに再捕された結果から、スケトウダラの移動状況を検討してみると次のようになる。

第2図に示したように、1956年3月中旬、佐渡姫崎沖4哩Nで放流したものは、長期間にわたり同一海域に棲息するものもあるが、大部分は両津湾の200~300m等深線に沿つて北上する傾向がある。また、同時に138°48'E, 38°14'Nで放流したものは、4~5月には水津、赤玉沖に南下し、一部は寺泊沖にまで達したものがあり、両津湾内に入る傾向もうかがわれる。秋から冬にかけて再捕されたものは、あまり移動しないようであつた。

1957年3月末に寺泊沖6哩で放流したものは、2カ月以内に大部分が同一海域で再捕されているが、4月から5月にかけて両津湾内まで北上したものがあり、一部は、寺泊の対岸にある佐渡赤泊沖にも移動している。また、南下群としては、糸魚川沖を経て、富山・石川県境の大泊原沖や宇津南方にも移動しており、春季に両津湾や宇出津沖に好漁場が形成されることを裏づけている。このうち、1尾は225日後に北上して山形県由良沖で再捕された。

つぎに第2図でみられるように5月上旬に放流したものに於いてみると、138°43'E, 38°14'Nのものは、早い速度で南下して両津湾に入り、そのうちの一部は鶴崎沖まで北上している。これらは、その後も長期間湾内に滞遊しているものと推察される。秋には、寺泊、出雲崎沖で再捕されたものがあり、1尾は翌年2月に、322日を経過して秋田県象潟沖で再捕されている。

赤玉沖で放流したものは、149°48'E, 39°14'Nの海域で再捕されたものもあるが、両津湾に入つて長期間滞遊しているものもあり、また、佐渡沿岸に沿つて南下し、野浦、松ヶ崎沖を通つて赤泊沖に達している。秋には、寺泊や出雲崎沖に移動したものもあつた。

佐渡北端の鷲崎沖で放流したものは、全般的に、沿岸沿いに両津湾奥に向つて南下移動するが、長期間経過したものでは、依然として同一海域で再捕されたものがある反面、寺泊沖まで達したものもあつた。

能登半島東側で放流したものは、再捕尾数が少なかったが、游泳力の大きいことを示している。

また、これらの再捕位置の水深は、いずれも200~350mの範囲であつた。海洋観測の結果では、これら

の水深帯における春季底層水温は $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ で、それより上層は暖かくなつており、日本海区における過去の適水温調査から考えても、漁業者の投縄水深からみても、300m 前後の水深帯に沿つて底層を移動していることが考えられる。游泳速度のはやいものは、1日平均約5哩を移動していた。

以上の結果から、放流海域が $138^{\circ}48'\text{E}$ 、 $38^{\circ}14'\text{N}$ の地点や、寺泊・赤玉沖のような具軸的開放性の流域にある魚群は、四上に分散して大きな移動が行うものが多いことが明らかになった。また、兩津湾においては、毎年スケトウダラ延縄漁業が行われており、とくに、3～6月に盛漁期をなしているのは、春季に底層の食餌の富集に集積傾向があり、その後北門部滞遊するものが多いことにも原因があるように思われる。そのほか、尾数は少なかつたが、新潟県沖で放流したものの一部を秋田・山形県沖や能登半島東側において再捕されていることは、日本海区北西部域のスケトウダラは、現海域にある程度畏避性をもつたひとつの population を形成しているともできるであろう。

また、経過日数の長いものでは、かなりの割合で再捕された例がしばしばみられた。このことは、移動する場合には、大小の差こそあれ群を形成して洄遊していることを示すものであろう。

ここで問題になるのは、沿岸・棚田部の魚群が沿岸に漁りに集結することによつて、漁獲統計に示されず、またその漁獲高が計りきれぬなどである。このことより、年終変動（とくに幼魚）の事実や、産卵調査、幼魚・棲息地調査等の結果からみても、また、河名沿岸底層漁場での漁獲や、けるが沖合で行われた延縄漁業試験、流刺縄漁業試験等の結果からみても、沖合には、常時または時期的に未知の大群が棲息しているであろうと想像される。

今回の調査は、3～5月に新潟県沖を中心として実施したもので、放流の時期や流域が限られているが、調査海域に限定して、河名沿岸部では遊動魚群の關係が、生態を異にしていると考えられる日本海の西日本域・北日本域に及ぼす影響は、とくに、秋田沿岸、岩手沿岸、東海道区などの他の流域との関連性などについても明らかにされると思われ、今後の調査に期待するところが大きい。

なお、これまでに放流した推定尾数は、スケトウダラ7,120尾、アカガレイ459尾、その他158尾であつたが、再捕尾数および再捕率の平長は、スケトウダラ205尾、2.88%、アカガレイ56尾、12.20%、その他5尾、3.16%の成績を示し、最大経過日数はスケトウダラ793日、アカガレイ698日であつた。

附随的にえられた結果として、アカガレイの再捕記録に注目しなければならない。本土側のアカガレイは人工繁殖性の魚種に加えられていたが、その一部はかなり移動しており、今回の調査でも、26日間に25回動いた例があり最高40回洄遊していた。沼津州流域では、すでに季節的な移動を行うことが認められていたが、本土沿岸ではあまり知られていなかったのに興味ある事柄である。近年その漁獲高が減少しつつあり、漁況の変化によつて急激に出現する例もみられていることから、その生態を充分調査する必要がある。さらに重要なことは、再捕率が非常に高いことである。放流尾数が市場に揚げされた当業船の漁獲物組成から求めた再捕率であるところから若干の誤差はあつたが、再捕率が10～20%を示す例が多く、1956年5月10日に佐渡県崎沖2回で放流したものの1尾のうち10尾が再捕され、再捕率は52.63%に達している。これは、いかに漁獲効率が低いと考へられている延縄で再捕されているだけに、今後の資源調査にあつて、とくに留意しなければならない現象である。

V. 摘 要

日本海におけるスケトウダラの洄遊生態を究明するために、1956年3月から1957年5月までの間に、底延縄漁具の釣針切断法を用いて標識放流を行った。

放流地点は、新潟県沖の各海域で13回、石川県宇津沖で4回実施した。

放流推定尾数は、スケトウダラ7,120尾、アカガレイ459尾、その他158尾であつたが、再捕尾数はそれぞれ10尾、56尾、5尾で、平均再捕率は、それぞれ2.88%、12.20%、3.16%であつた。

最大経過日数はスケトウダラ793日、アカガレイ698日で、釣針切断法が相当効果のあることが明らかにあつた。

新潟県沿岸のスケトウダラは、若手兩津沖に集結する傾向がある。その後は、依然として湾内に滞遊するものもあるが、一部は山形・秋田県沖合まで北上したものや、出雲崎、糸魚川沖を経て富山湾まで南下したものもある。

スケトウダラは、水深200～350mの底層を移動しているものと推察され、その速度の速いものは、直線距離にして1日約5哩である。

文 献

北 水 試 (1933). 北水試旬報 No. 224.

農林省水試. 海洋調査要報 No. 56～63 (1935～39). No.68 (1942), No. 71 (1943).

北 水 研 (1952～53). 北海道区資源調査要報 No. 3, 6.

日 水 研 (1956～57). 以東底魚資源調査概報 No. 8, 9.

附 表

標識放流再捕結果一覧表 (1958年7月末現在)

放流年月日: 1956. 3. 11

放 流 海 域: 佐渡姫崎北方4哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再 捕 漁 具	再 捕 位 置
スケトウダラ	1956 3. 14	3	スケトウ延縄	佐渡姫崎北東8哩
〃	3. 16	5	〃	両津市浦川沖2哩
〃	3. 24	13	〃	両津市小松沖2哩
〃	3. 30	19	〃	佐渡姫崎北西1.5哩
〃	7. 9	120	〃	両津市大川沖3哩
〃	1957 5. 10	425	〃	両津市玉崎沖3哩
〃	7. 7	483	〃	佐渡姫崎北東4哩
		スケトウダラ	アカガレイ	そ の 他
推 定 放 流 尾 数		225	7	1
再 捕 率 (%)		3.11	—	—

放流年月日: 1956. 3. 12

放 流 海 域: 佐渡姫崎北方4哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再 捕 漁 具	再 捕 位 置
スケトウダラ	1956 3. 18	6	スケトウ延縄	両津市大川沖4哩
〃	4. 6	25	〃	佐渡姫崎北4哩
〃	6. 2	82	〃	両津市白瀬沖4哩
〃	9. 1	173	〃	両津市大川沖4哩
		スケトウダラ	アカガレイ	そ の 他
推 定 放 流 尾 数		144	4	1
再 捕 率 (%)		2.78	—	—

放流年月日: 1956. 3. 13

放 流 海 域: 佐渡姫崎北方4哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再 捕 漁 具	再 捕 位 置
スケトウダラ	1956 3. 18	5	スケトウ延縄	両津市浦川沖3哩
〃	3. 25	12	〃	両津港北東4哩
〃	4. 3	21	〃	両津市大川沖3哩
〃	4. 3	21	〃	〃
〃	4. 3	21	〃	〃
〃	4. 27	45	〃	両津市和本沖2哩
アカガレイ	1956 6. 15	94	〃	両津市玉川沖2哩

	スケトウダラ	アカガレイ	その他の
推定放流尾数	164	5	1
再捕率(%)	3.65	20.00	-

放流年月日: 1956. 3. 15

放流海域: 佐渡姫崎北方4哩

魚種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 3. 24	9	スケトウ延縄	両津市小松沖2哩
〃	5. 25	71	〃	佐渡姫崎北東4哩
	スケトウダラ		アカガレイ	その他
推定放流尾数		82	3	0
再捕率(%)		2.44	-	-

放流年月日: 1956. 3. 16

放流海域: 138°48'E, 38°14'N

魚 種	再捕年月日	経過日数	再 捕 漁 具	再 捕 位 置
スケトウダラ	1956 4. 13	28	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
〃	4. 14	29	〃	〃
〃	4. 26	41	〃	佐渡姫崎北東4哩
〃	5. 7	52	底 曳 網	佐渡姫崎東北東6哩
〃	12. 3	262	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
アカガレイ	1956 4. 11	26	底 曳 網	佐渡郡赤玉沖6哩
		スケトウダラ	アカガレイ	そ の 他
推 定 放 流 尾 数	300		9	2
再 捕 率 (%)	1.67		11.11	-

放流年月日: 1956. 3. 18

放流海域: 138°48'E, 38°14'N

魚種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 3. 24	6	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
〃	4. 4	17	〃	佐渡郡赤玉沖6哩
〃	4. 8	21	〃	138°48'E, 38°14'N
〃	5. 2	45	〃	佐渡郡赤玉沖6哩
〃	5. 16	59	〃	三島郡寺泊町沖6哩
〃	5. 21	64	〃	佐渡郡赤玉沖6哩
アカガレイ	1956 12. 14	271	〃	両津市見立沖2哩
	スケトウダラ	アカガレイ	その他	
推定放流尾数	268	8	2	
再捕率(%)	2.24	12.50	-	

放流年月日：1956. 5. 4

放流海域：138°48'E, 38°14'N

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 5. 5	1	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
"	"	1	"	"
"	"	1	"	"
"	"	1	"	"
"	5. 6	2	"	138°48'E, 38°12'N
"	"	2	"	138°48'E, 38°14'N
"	"	2	"	"
"	5. 7	3	"	"
"	"	3	"	両津港北東6哩
"	"	3	底曳網	佐渡郡水津東北東6哩
"	5. 8	4	スケトウ延縄	"
"	"	4	"	138°48'E, 38°14'N
"	"	4	"	"
"	"	4	"	"
"	"	4	"	"
"	5. 9	5	底曳網	佐渡姫崎北東4哩
"	"	5	スケトウ延縄	佐渡郡水津東北東6哩
"	"	5	"	両津港北東6哩
"	"	5	"	138°48'E, 38°14'N
"	"	5	"	"
"	"	5	"	"
"	"	5	"	"
"	"	5	"	佐渡姫崎北4哩
"	"	5	"	"
"	5. 10	6	"	138°48'E, 38°14'N
"	5. 13	9	"	両津市浦川沖3哩
"	5. 15	11	"	" 和木沖3哩
"	"	11	"	" 玉川沖3哩
"	5. 20	16	"	138°48'E, 38°14'N
"	5. 21	17	"	佐渡姫崎北東3哩
"	5. 22	18	"	両津市和木沖2哩
"	5. 28	24	"	" 平松沖4哩
"	"	24	"	138°48'E, 38°14'N
"	5. 31	27	"	両津市白瀬沖3哩
"	6. 1	28	"	両津港北東4哩
"	6. 4	31	底曳網	138°45'E, 38°10'N
"	"	31	スケトウ延縄	両津市和木沖3哩
"	6. 23	51	"	" 小浦沖3哩
"	7. 1	58	"	" 虫崎沖3哩
"	"	58	"	両津市和木沖3哩
"	7. 19	76	"	" 玉川沖3哩
"	8. 1	98	"	"
"	8. 28	117	"	両津市大川沖4哩
"	9. 15	134	"	佐渡郡野浦沖4哩
"	9. 16	135	底曳網	138°48'E, 38°16'N
"	9. 21	140	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖6哩
"	"	140	"	両津市和木沖2哩
"	10. 27	176	"	佐渡姫崎北西3哩
"	11. 9	189	"	三島郡寺泊町沖4哩
"	11. 10	190	"	三島郡出雲崎町沖6哩
"	11. 29	209	"	佐渡姫崎北西3哩
"	11. 30	210	"	両津市北松ヶ崎沖3哩
"	"	210	"	"
"	12. 4	214	"	佐渡姫崎北西3哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 3. 20	320	底 曳 網	秋田県象潟沖西 7 湊
"	1958 2. 17	654	スケトウ延縄	両津市五十里沖 3 湊
"	3. 31	696	底 曳 網	138°45'E, 38°10'N
アカガレイ	1956 5. 8	4	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
"	"	4	底 曳 網	佐渡郡水津沖東北 6 湊
"	5. 9	5	スケトウ延縄	138°48'E, 38°14'N
"	8. 17	105	"	両津市和木沖 3 湊
"	8. 21	109	"	" 玉川沖 2 湊
"	1957 5. 16	377	"	両津港北東 5 湊
"	6. 26	418	底 曳 網	138°45'E, 38°10'N
"	7. 22	444	スケトウ延縄	両津港北東 6 湊
		スケトウダラ	アカガレイ	そ の 他
推定放流尾数		1,480	46	8
再捕率(%)		3.92	17.39	-

放流年月日: 1956. 5. 5

放流海域: 佐渡鷺崎東方 2 湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 5. 10	5	スケトウ延縄	両津市和木沖 3 湊
"	5. 18	13	"	" 浦川沖 2 湊
"	5. 20	15	"	" 玉川沖 2 湊
"	5. 21	16	"	" 大川沖北 4 湊
"	5. 25	20	"	" 玉川沖 2.5 湊
"	5. 31	26	"	両津市白瀬沖 3 湊
"	6. 1	27	"	" 和木沖 2 湊
"	6. 9	35	"	" 3 湊
"	8. 31	118	"	三島郡寺泊町沖 5 湊
"	1957 1. 26	266	"	" "
アカガレイ	1956 6. 9	35	"	両津市白瀬沖 3 湊
"	6. 21	47	"	" 見立沖 2 湊
"	9. 21	139	"	" 虫崎沖 2 湊
"	1957 10. 2	515	底 曳 網	佐渡鷺崎沖北東 1 湊
		スケトウダラ	アカガレイ	そ の 他
推定放流尾数		404	13	2
再捕率(%)		2.47	30.76	-

放流年月日: 1956. 5. 6

放流海域: 佐渡郡赤玉沖 4 湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 5. 7	1	スケトウ延縄	佐渡郡赤玉沖 4 湊
"	"	1	"	佐渡姫崎沖東 4 湊
"	5. 8	2	"	佐渡郡赤玉沖 4 湊
"	"	2	底 曳 網	" 水津沖東北 6 湊
"	"	2	"	" "
"	"	2	"	" "
"	5. 10	4	スケトウ延縄	" 野浦沖 6 湊
"	5. 12	6	底 網	" 赤玉沖 6 湊
"	5. 13	7	スケトウ延縄	" 松ヶ崎沖 1.5 湊
"	5. 14	8	"	138°48'E, 38°14'N

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 5. 15	9	スケトウ延縄	両津市玉川沖 3 湊
"	" 5. 21	15	底 曳 網	佐渡郡赤玉沖 4 湊
"	" "	15	" "	" "
"	" 5. 23	17	スケトウ延縄	両津市北松ヶ崎沖 3 湊
"	" 5. 26	20	" "	" 黒姫沖 3 湊
"	" 5. 27	21	" "	佐渡郡赤泊沖 2 湊
"	" 6. 4	29	底 曳 網	" 水津沖東北東 6 湊
"	" "	29	" "	" "
"	" "	29	スケトウ延縄	両津市和木沖 3 湊
"	" 8. 12	98	" "	" 玉川沖 2 湊
"	" 9. 14	131	" "	佐渡郡水津沖 5 湊
"	" 9. 17	134	" "	両津市北松ヶ崎沖 3 湊
"	" 9. 21	138	" "	三島郡寺泊町沖 6 湊
"	" 10. 6	153	" "	" 出雲崎町沖 7 湊
"	" 10. 8	155	" "	両津市大川沖北 4 湊
"	" 10. 11	158	" "	佐渡郡水津沖 4 湊
"	" 10. 22	169	" "	" 赤泊沖 5 湊
"	" 10. 23	170	" "	" 大泊沖 7 湊
"	" 11. 2	180	" "	" 赤玉沖 4 湊
"	" 11. 3	181	" "	三島郡出雲崎町沖 6 湊
"	" 11. 7	185	" "	佐渡郡赤玉沖 5 湊
"	" 11. 23	201	底 曳 網	" "
"	" "	201	スケトウ延縄	" "
"	" "	201	" "	" "
"	" 11. 29	207	" "	両津市大川沖北 4 湊
"	" 11. 30	209	" "	" 北松ヶ崎沖 2 湊
"	" 12. 25	233	" "	佐渡郡月布施沖 3 湊
"	" 4. 20	349	" "	両津市和木沖 1.5 湊
アカガレイ	1956 10. 14	526	底 曳 網	佐渡郡赤玉沖 6 湊
"	1956 5. 7	1	" "	" 水津沖東北東 6 湊
"	" 5. 8	2	" "	" "
"	" "	2	" "	" "
"	" 5. 13	7	" "	" 赤玉沖 7 湊
"	" "	7	" "	" "
"	" 10. 21	168	" "	" "
"	" 10. 22	169	スケトウ延縄	" 松ヶ崎沖 2.5 湊
"	1957 9. 7	489	" "	" 赤玉沖 6 湊
"	" 11. 19	562	" "	" 野浦沖 2 湊
"	1953 4. 4	693	底 曳 網	" 大泊沖 1 湊
スケトウダラ			アカガレイ	他
推定放流尾数	1,269	39	7	
再捕率(%)	3.07	25.64	-	

放流年月日：1956. 5. 10

放流海域：佐渡鷺崎東方 2 湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 5. 14	4	スケトウ延縄	両津市虫崎沖 2 湊
"	" 5. 15	5	" "	" 平松沖 3 湊
"	" 5. 16	6	" "	" 白河沖 4 湊
"	" 5. 17	7	" "	" 虫崎沖 2 湊
"	" 5. 21	11	" "	" 大川沖北 4 湊
"	" 7. 9	60	" "	" 北松ヶ崎沖 2 湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1956 10. 8	151	スケトウ延縄	佐渡郡鷲崎沖北東 1.5 哩
"	" 11. 22	196	"	" "
"	1958 7. 12	793	"	両津市浦川沖 3 哩
アカガレイ	1956 5. 27	12	"	" 虫崎沖 2 哩
"	" 5. 31	21	"	" 白瀬沖 3 哩
"	" "	21	"	" " 4 哩
"	" 6. 9	30	"	" "
"	" 7. 9	60	"	" 北松ヶ崎沖 2 哩
"	" 9. 15	128	"	" 虫崎沖 2 哩
"	" 10. 28	171	"	" "
"	" "	171	"	" "
"	" 12. 9	213	"	" 見立沖 2 哩
"	1958 3. 28	687	"	佐渡郡鷲崎沖北西 4 哩
ホツケ	1956 5. 15	5	"	三島郡寺泊町沖 6 哩
ツマガジカ	1956 11. 20	194	"	佐渡郡鷲崎沖北東 1.5 哩

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	606	19	3
再捕率(%)	1.49	52.63	66.67

放流年月日: 1957. 3. 28

放流海域: 三島郡寺泊町沖 6 哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 3. 30	2	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖 6 哩
"	" "	2	"	" "
"	" "	2	"	" 出雲崎町沖 5 哩
"	" 4. 9	12	"	" 寺泊町沖 6 哩
"	" "	12	"	" "
"	" "	12	"	" "
"	" 4. 14	17	"	" "
"	" 4. 15	18	"	佐渡郡鷲崎沖北 2 哩
"	" 4. 17	20	"	三島郡寺泊町沖 5 哩
"	" 4. 20	23	"	両津市和木沖 1.5 哩
"	" 4. 22	25	"	三島郡出雲崎町沖 5 哩
"	" 4. 25	28	"	" 寺泊町沖 5 哩
"	" 4. 29	32	"	両津市和木沖 2 哩
"	" 5. 11	44	"	佐渡郡赤泊沖 4 哩
"	" 5. 27	60	"	両津市北松ヶ崎沖 3 哩
アカガレイ	1957 3. 31	3	"	三島郡寺泊町沖 6 哩
"	" 4. 14	17	"	" "
"	" 4. 22	25	"	" "
"	" 4. 25	28	"	" "
"	" 5. 2	35	"	" "
"	1958 1. 15	293	カレイ底刺網	糸魚川市能生町木浦沖 2.5 哩

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	373	44	22
再捕率(%)	4.02	13.64	-

放流年月日: 1957. 3. 29

放流海域: 三島郡寺泊町沖 6 哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 3. 29	0	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖 6 哩
"	" 3. 30	1	"	" "
"	" "	1	"	" "
"	" "	1	"	" "
"	" 4. 9	11	"	" "
"	" "	11	"	" "
"	" "	11	"	" "
"	" "	11	"	" "
"	" 4. 14	16	スケトウ底刺網	糸魚川市浦本沖 1 哩
"	" 4. 17	19	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖 5 哩
"	" 4. 22	24	"	" "
"	" 5. 11	43	"	" "
"	" 5. 13	45	"	富山湾大泊鼻沖 2 哩
"	" 5. 18	50	"	佐渡郡赤泊沖 7 哩
"	" "	50	"	" "
"	" 6. 26	89	"	石川県能都町字出津沖南 7 哩
"	" 10. 12	197	"	佐渡郡水津沖 4 哩
"	" 11. 9	225	"	新潟県刈羽郡椎谷沖 7 哩
アカガレイ	1957 4. 22	24	"	三島郡寺泊町沖 5 哩
"	" "	24	"	" "
"	" "	24	"	" "
"	" 4. 27	29	"	" "
"	" "	29	"	" "
"	" 5. 7	39	"	" "
"	1958 2. 12	320	底曳網	" "
ズワイガニ	1957 4. 13	15	スケトウ延縄	" "
"	" 4. 17	19	"	" "
"	" 4. 29	31	"	" "

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	573	67	34
再捕率(%)	3.14	11.94	8.82

放流年月日：1957. 3. 30

放流海域：三島郡寺泊町沖 6 哩

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 3. 30	0	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖 6 哩
"	" "	0	"	" "
"	" "	0	"	" "
"	" 4. 9	10	"	" "
"	" "	10	"	" "
"	" "	10	"	" "
"	" "	10	"	" "
"	" 4. 16	17	"	" "
"	" 4. 17	18	"	" "
"	" "	18	"	" "
"	" "	18	"	" "
"	" "	18	"	" "
"	" 4. 22	23	"	" "
"	" 4. 25	26	"	" "

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 5. 9	40	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖6湊
"	5. 11	42	"	" "
"	"	42	"	" "
"	5. 18	49	"	佐渡郡赤泊沖6湊
"	5. 23	54	"	石川県能都町字出津沖 南南東4・8湊
"	5. 28	59	"	佐渡郡赤泊沖6湊
"	10. 14	198	底曳網	" " 7湊
"	11. 10	225	"	山形県由良沖17湊
アカガレイ	1957 4. 17	18	スケトウ延縄	三島郡寺泊町沖6湊
"	4. 18	19	"	" "
"	4. 22	23	"	" "
"	"	23	"	" "
"	5. 2	33	"	" "
"	5. 16	47	"	" "

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	521	61	31
再捕率(%)	4.41	9.84	-

放流年月日：1957. 5. 13

放流海域：石川県能都町字出津東北東19湊

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	144	27	9
再捕率(%)	-	-	-

放流年月日：1957. 5. 16

放流海域：石川県能都町字出津南南西7湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
スケトウダラ	1957 6. 5	20	スケトウ延縄	富山湾大泊鼻沖2湊
"	7. 19	64	"	石川県禄剛崎沖南東10湊
"	7. 22	67	"	" 能都町字出津沖 南南東9湊

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	122	23	8
再捕率(%)	2.46	-	-

放流年月日：1957. 5. 17

放流海域：石川県能都町字出津東北東19湊

魚 種	再捕年月日	経過日数	再捕漁具	再捕位置
アカガレイ	1957 5. 27	10	底曳網	石川県小木沖東12.2湊

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	264	50	16
再捕率(%)	-	2.00	-

放流年月日：1957. 5. 18

放流海域：石川県能都町宇出津東北東19湊

	スケトウダラ	アカガレイ	その他
推定放流尾数	181	34	11
再捕率(%)	-	-	-

日本研年報 (4): 181-188, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 181-188 1958.

日本海西南海域における底魚資源研究—II.

ソウハチの成長型にあらわれた cline 分布

渡 辺 徹

The Population Studies of the Bottom Fishes in the Southwestern Region of the Japan Sea.—II.

Cline Distribution Observed on the Growth of the Plaice, *Cleisthenes herzensteini* (SCHMIDT)

BY

TÔRU WATANABE

Abstract

The geographical variation in the growth of the plaice, *Cleisthenes herzensteini*, was studied on the materials collected on the San-in-Wakasa trawling ground, with the following results obtained:

1. The cline distribution in which the mean body length of the plaice on the west fishing ground is higher than on the east and the difference of the body length between the both grounds is nearly 50 or 60 mm. may be recognized in male and female of one and two age groups.

2. These phenomena seem to be related with the depth of the vertical inhabiting area, non-migration of the young age groups in the spawning season and the population density.

3. In three or older age groups of female, the cline distribution will gradually disappear on account of mixture among the populations in the course of spawning migration, and there is clearly a discontinuous distribution of mean body length between the mixed population and the non-mixed.

I. ま え が き

日本海西南海域の大陸棚——山陰、若狭沖の機船底曳網漁場——に棲息しているソウハチは、もより♀の方が成長がよく、また、同じ年令の平均体長をくらべてみると、東部漁場より韓国東海岸に近い西部漁場の群が大きな値を示している。いま、最も成長のよい魚群の年令別の平均値を示すと、

満 年 令*	平均体長 (mm.)
1+	149
2+	175
3+	222
4+	246
5+	276

である(大内, 1954)。大内は、この棲息位置の地理的な違いによつて起つてゐる成長の差異を、そのまま魚群間の成長差とした。筆者は、本種の年令組成や生存率を調べたり(渡辺, 1954)、食性や産卵(日水研, 1954; 渡辺, 1954)、他種との関係(渡辺・中江, 1956; 渡辺・ほか, 1958)などを調査し、一方では漁業者からの聞き取りなどを行つてゐるうちに、上述の現象が HUXLEY, J. S. (1938) の提唱した *cline* — 分布であると考えに至つた。この考え方は、1955年までの以東底魚資源調査の経過が日本海区水産研究所から発表されたとき、その中にごく概略だけを紹介した(渡辺, 1956)。当時は、まだ資料が満足に整理されていなかったため、検討も十分でなかつたから、そのところは伏せて置いた。ここで取りまとめて詳細を報告したい。

香住支所に勤務していた中江昭氏や仲山秀子、竹中清江嬢等には標本の測定や資料の整理に協力していただいた。報告するに先立つてお礼を申します。

I. 資 料

この報告で使つた資料は、Table 1 に示すように、以東底魚資源調査の作業の過程で集められた 1952 年

Table 1. Details of samples discussed in this paper.

No.	Date	Number of specimens	Locality of collecting (Number of official blocks)
1	Feb. 9, 1953	104	355
2	" 23, "	129	365
3	Jan. 25, "	100	299
4	Feb. 14, "	156	286
5	" 25, 1954	233	296
6	Nov. 17, 1952	171	270
7	Dec. 1, "	219	271
8	Jan. 6, 1953	167	270
9	Oct. 7, "	112	260
10	Dec. 1, "	245	"
11	" 9, "	208	259
12	Nov. 2, 1952	169	236
13	" 22, "	139	"
14	" 27, "	128	237
15	Oct. 18, 1953	159	247
16	Nov. 26, "	194	248
17	Oct. 21, 1952	123	201
18	" 28, "	163	"
19	Jan. 20, 1953	256	208
20	" 30, "	202	201
21	Oct. 27, "	54	208
22	Nov. 7, "	188	201
23	Dec. 12, 1952	177	195
24	Feb. 15, 1954	280	192
25	Nov. 8, 1952	81	160
26	" 18, 1953	290	174
27	Feb. 26, "	230	84
28	Jan. 25, 1954	418	97
29	Oct. 28, 1956	108	50
30	" 14, 1955	88	16
Total		5,291	

* 満1才から2才の間にあるときの年令と1+とし、以下これに準じた。

10月以降のものである。その大部分は、兵庫県香住港に入港した底曳網漁船の漁獲物から抽出した標本であり、一部他の港から得たものも含まれている。

香住港から得た資料は、前報(渡辺, 1954)の年齢組成推定のために設計したサンプリング計画に基づいて集められたから、いくつかの時間的なずれをもっている標本平均値を比較しても、そこでは成長の優劣をきめることは困難な場合がしばしば起った。そうした欠陥を補う意味で、ソウハチの成長が停止しているといわれる10月から翌年2月(大内, 1954b)までの資料に限って、その間の成長量を見逃して使った。なお、測定した体長とは、吻端から脊椎骨末端までの、いわゆる骨体長であり、体長組成の関数は10cm以下の数値を切捨てて示した。

Ⅲ. ソウハチに関するノート

前述した1955年までの調査経過から、この流域に棲息しているソウハチの生物学的な知識を総合して、この論文に関係のある部分を抜き書きしておこう。

ソウハチは、日本海の陸棚では、棲息深度の違いがあるにしても、どこにでも分布しているものとみられる。その一部である西陸流域では、120~220mの深度範囲に分布する。日本漁区水産研究所で1949, '52, '54年の漁期中に、山陰・北陸地方の底曳き漁船から集めた漁獲物の記録報告(渡辺, 1956)を見ると本種の漁場はある程度いくつかの集中的な地点、例えば、隠岐島の東海、浜田沖、見島沖などに分散している。しかし、それらの個別的な漁場と漁場との間に、まったく魚群の分布がみられないわけではなく、前記の水深帯にあたる地点では、量的な差があることは免れないが、大概多少なりとも漁獲されている。また、この水深帯にあたる陸棚の傾斜面が急峻であったり、漁船の操業がさまたげられるような、岩底に岩礁がふちあたりするところでは、それほど明瞭に漁獲の記録として報告されていない場合もある。しかし、岩礁といっても、漁船の操業を阻害しているだけで、例えば、山口県見島沖から北方ないし東北方に散在している礁群のある海域(兵庫水試, 1932)のようなところでも、魚群の棲息には何ら影響もないことがみられる。

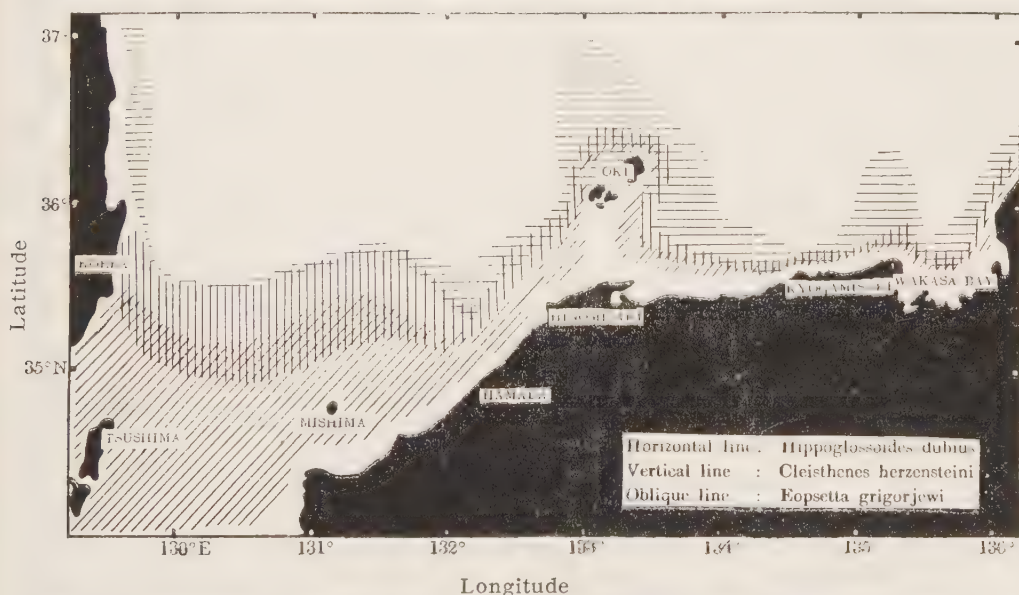


Fig. 1. Distributional district of the plaices: *Eopsetta grigorjewi*, *Cleisthenes herzensteini* and *Hippoglossoides dubius* in the San-in-Wakasa trawling ground.

このように考えると、西南海域のソウハチの分布は、ほとんど連続し、隠岐海峡の北方で荒出し部分を除けば、等深度帯に沿って東西に走っているとみることができ、ソウハチの分布域の東西に連なっているのを、沖合と沿岸とから挟むように、アカガレイ — *Hippoglossoides dubius* — とムシガレイ — *Eopsetta*

grigorjewi — とが分布している (Fig. 1). この2種のカレイは分類学上、ソウハチに近縁で、しかも食性がかなり似ているから、3種の間では互いに棲分けをして生棲している。つまり、ソウハチより深所にアカガレイが、浅所にムシガレイが分布している (山本, 1949; 渡辺・中江, 1956; 渡辺・ほか, 1958)。

ソウハチの年齢組成を調べた結果 (渡辺, 1956) は、分布域が東西に切れ間なく連なっているにもかかわらず、その中間附近にあたる浜田—日御碕沖の漁場を境にして、はっきりした差が見出されている。それによると、その境の西側の漁場では7+〜9+年を過ぎたような大型の高年魚までみられるが、東側の漁場では3+年までの若年魚しか棲息していない。本種の初成熟の年齢は、♂で満2年、♀で満3年であり、産卵期は早春の2〜3月ごろであつて、その時期に東側の魚群の中からは産卵できるような卵巣をもつた♀の親魚はまったく発見されない。産卵親魚はすべて西側の漁場から採集されるだけである。このことは、産卵場が西側の漁場にあつて東側にはないことを示して東側の漁場は単なる若年魚だけの棲息場としか認められない。

ソウハチの卵が孵化して、底棲性の生活を営むようになるまでの時間がどのくらいであるか、正しくはわかっていない。しかし、卵は浮游性の特徴をもっているという事実 (北水研, 1957) から浮游性卵と考えられるので春光の水塊の対流混合期や対馬暖流につれて卵・稚魚の一部が水塊の流動とともに、産卵場から運び出されるのではないかと推定される。後述の *cline* — 分布もこの推定を補っているし、脊椎骨の平均値が、東西全漁場一様であるという結果も、この推定を有力なものとしている。つまり、このような間接的な資料から、東部漁場の若年魚群は、西部漁場の卵・稚魚が毎年新しく添加されることによって形成されるものと考えられる。

IV. 結 果

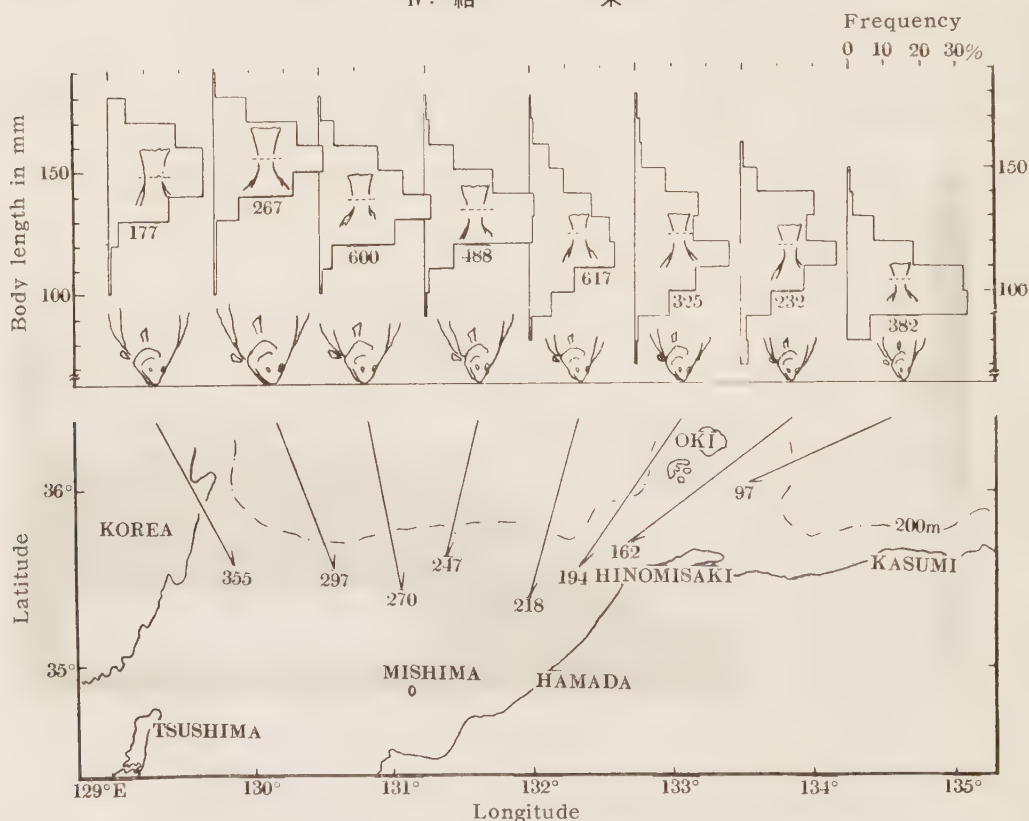


Fig. 2. Showing the body length of 1+age "Sohachi" flounder sampled at each locality in the South-western district of the Japan Sea. In lower part of this figure, the number shown by an arrow represents official block of the collecting locality.

成長型の西高東低については **cline** — 分布として前項でもちよつと触れたが、♀♂をこみにして、各局地漁場別の1+年魚の体長組成とその平均値を見ると (Fig. 2), どの標本群も単一の峯をもつ正規分布に近い体長組成を示し、その平均値も峯付近に落ちている。そして、農林355漁区の $150 \pm 13.5\text{mm}$. 29漁区の $157 \pm 11.5\text{mm}$. の高い値から、東方の漁場に移るにつれて、 $138 \pm 12.3\text{mm}$. (270漁区), $134 \pm 12.3\text{mm}$. (247漁区), $122 \pm 16.0\text{mm}$. (215漁区), $120 \pm 16.4\text{mm}$. (194漁区), $117 \pm 14.8\text{mm}$. (162漁区), $104 \pm 11.1\text{mm}$. (97漁区) と、次第に低い値になっている。

Table 2. Mean body length of *Cleisthenes Herzensteini* by sex and age for respective fishing localities.

N: Number of specimens M: Mean value (mm.) σ : Standard deviation

No.	Sex		Male						Female					
	Age		I			II			I			II		
	Locality		N	M	σ	N	M	σ	N	M	σ	N	M	σ
1	355		0			0			13	153+18.2		13	204+16.2	
2	365		15	142+12.1		5	182		8	155		11	213+13.2	
3	299		7	154		7	186		10	157+7.7		13	196+17.1	
4	286		2	150		0			19	158+9.9		20	201+9.4	
5	296		1	160		0			79	169+8.2		63	214+17.0	
6	270		14	138+18.2		6	164		11	139+8.1		13	198+21.6	
7	271		18	140+13.1		19	168+12.4		9	146		10	195+8.8	
8	270		17	140+12.9		4	174		10	146+9.0		9	189	
9	260		31	149+13.0		17	167+12.2		32	148+11.5		32	183+18.3	
10	"		39	138+9.2		52	167+12.4		21	135+7.8		82	199+19.3	
11	259		35	138+8.0		28	168+10.0		26	146+8.5		83	197+14.4	
12	236		16	128+8.5		5	165		12	139+9.6		5	190	
13	"		8	132		2	142		17	137+11.8		15	180+13.5	
14	237		15	137+7.6		4	175		8	135		10	187+15.8	
15	247		39	136+9.3		32	174+9.7		31	142+10.6		51	182+18.9	
16	248		32	132+7.8		71	163+11.5		11	145+11.4		42	199+13.1	
17	201		32	122+17.8		8	157		25	122+13.5		14	176+21.4	
18	"		28	127+8.3		12	154+12.5		33	119+13.7		13	160+21.7	
19	208		16	119+12.8		13	152+14.7		17	133+9.7		14	172+15.9	
20	201		8	124		11	146+13.5		17	120+16.4		21	176+20.4	
21	208		19	126+7.1		11	155+11.0		16	128+8.9		8	165	
22	201		0			30	167+12.6		3	131		87	171+15.2	
23	195		9	115		6	145		27	118+16.8		12	173+14.3	
24	192		71	114+15.4		33	152+12.6		92	122+20.8		66	167+17.8	
25	160		7	125		12	142+9.4		9	117		21	152+16.8	
26	174		85	111+15.8		40	151+18.0		98	118+16.1		37	162+21.0	
27	84		18	105+10.9		12	146+7.2		20	105+11.3		13	154+15.6	
28	97		88	99+8.2		48	136+15.6		87	102+11.1		165	150+21.6	

標本数は少くなるが、これを♀♂に分けてみても、東部の魚群ほどその平均値は小さい (Table 2)。つまり、1+年魚では、♀♂とも、韓国東岸—隠岐東海間の魚群の成長に、西高東低の傾向が認められる。しかし、この傾向は、隠岐東海で終わらないで、さらに東部の兵庫沖から若狭湾の魚群にまで延長している。採集年次が異つてはいるが、1956年10月経ヶ岬沖 (農林50漁区) で採集した1+年魚の標本は、

♂ $98 \pm 9.8\text{mm}$. (50尾)

♀ $99 \pm 12.1\text{mm}$. (58尾)

の平均値を示していた。また、1955年10月若狭湾の農林16漁区で得た標本平均は、

♂ $97 \pm 9.8\text{mm}$. (47尾)

♀ $97 \pm 15.0\text{mm}$. (41尾)

であった。

これらの結果と Table 2 の値とをかみ合せてみると、隠岐島——若狭湾の間にみられる平均値の較差は、最大約 8 mm. で、隠岐島——韓国東岸間の 50mm. ないし 60mm. の較差に比較してかなり小さいが、やはり、韓国東岸——隠岐東海——若狭湾の魚群というように連続した西高東低を想定することができる。

2+ 年魚も、♀、♂とも Table 2 に示したように、1+ 年魚と同じく 50~60mm. の較差をもつ西高東低の傾向が韓国東岸——隠岐東海間の魚群について認められる。ただし、隠岐東海以東の群は標本数が少ない

ので、計算できないが、1+ 年魚で認められたような較差が存在するものと考えられる。

3+ 年魚以上になると様子が一変する (Fig. 3)。3+ 年魚では、隠岐島——韓国東岸間の較差は、1+, 2+ 年魚と同じ 50 ないし 60mm. を示す。けれども、その間の平均値の低減傾向が、1+, 2+ 年魚でほぼ連続的であり、なめらかな曲線を描いていたのに対し、3+ 年魚では浜田沖——韓国東岸間の連続的な傾斜曲線が、前述の 1+, 2+ 年魚の場合より、なだらかになって、幾分水平に近くなっているため、浜田沖——隠岐島間

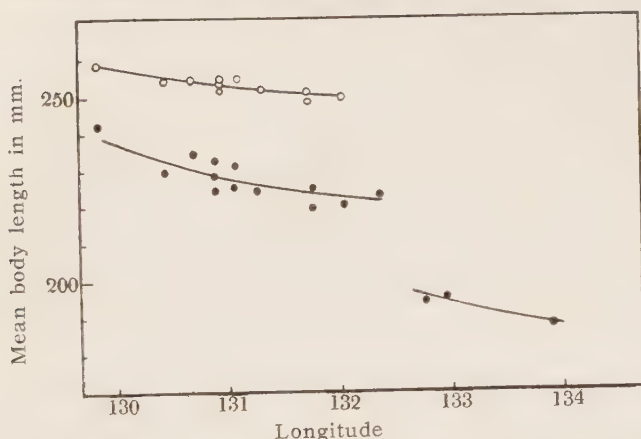


Fig. 3. Showing the discontinuous cline distributions in the 3 and disappeared 4 age group.

を結ぶ曲線と連続しなくなる。

4+ 年魚では、さらにこの異常な現象が端的に表現されている。この場合は、浜田沖以東の漁場に 4+ 年魚以上の魚群がほとんど棲息しなくなることによって、それ以東と以西との不連続性が一層明白になるばかりでなく、浜田沖——韓国東岸間の曲線の傾斜は、3+ 年魚のときよりもゆるやかで、ほとんど東西の魚群の間で平均値の較差がはつきり読みとれなくなる。

V. 論 議

同一漁場ないし隣接漁場を、それぞれ一括し、♀♂をこみにして示した場合でも、個々の曳網によって得た標本を♀♂に分けた場合でも、1+ 及び 2+ 年魚の体長組成上平均値には、西高東低の現象がはっきり現れていた。大内 (1954b) は、漁場を大きな方形区劃に切つて、それぞれの区劃ごとに平均値を求めている。ここでは魚群の大きさが連続しているがどうなるの吟味はなされていなかったが、その求められた平均値の間には、西高東低の関係があらわれている。前述のノートに項で詳しく書いたように、漁場は一見分離して我々の目に映るけれども、分布域は東西に走る等深線に沿って連続していると考えられるから、その間の地理的な差異にかんして、成長の順次と変り方は、成長の速さではなく、CLAUDE KECK AND HIESSEY (1948) が *Achillea lanulosa* の草丈で認めたと同じような cline — 分布の一例として、成長の変異と解明すべきものと思われる。

中尾 (1953) は、このような棲息地を異にする個々の群を、それぞれの ecotype としている。そこでは各群が定着的で、互いに混合しないために、個々の ecotype の存在が生ずるのである。従つてソウハチの 1+ および 2+ 年魚のように、初成熟到達する以前の産卵に無関係な魚群では、random distribution をしているとも考えられるような、海流による分布形式をとる。このようにして運ばれた卵・稚魚は、そこで定着的な生活を営みながら成長し、その結果として、それぞれの地理的・生態的な影響を反映した成長をたどるのではないかと考える。このような ecotype をもつ年級群のうち、♂は発生後 2 カ年を経過して初

めて成熟し、♀は3年を経るまで産卵するようになる。大内(1954a)も認めているように、産卵盛期になると、産卵場である見島沖一帯の西部漁場で♀の割合が極度に増大する。すなわち、このことから、♀だけが産卵のために、特定水域に移動、集中することによって、そこで各 *ecotype* 間の混合が行われるものと推定される。それは、♀の3+年以上の親魚に *cline* の消滅現象が認められて、♂の初成熟を終った2+年魚にそれが認められないことから明らかである。つまり、♀の3+年魚から *cline* が東部漁場の群と不連続になつたり、傾斜がゆるやかになり始めて、4年魚ではさらにそれが水平に近づいていくことは、♀親魚が年1回の産卵期に、見島沖を中心とした付近一帯の産卵場に集群して、互いに隣接の *ecotype* の群と混合し、産卵を終えてから再びもとの棲息場に分散する。そしてこの混合、分散をくり返す経過の中で、次第にもとの *ecotype* が消失していくものと推察される。いま、毎年1回産卵する♀親魚の産卵回数を n 、*cline* 一分布を示す傾斜曲線の漸近線の方角係数を α とすれば、 α_0 はまだ産卵を行わない年令群の方角係数、 α_n は n 回産卵を終えた年令群のそれを表わす。従つて上にのべた事柄は、

$$|\alpha_0| > |\alpha_1| > |\alpha_2| > \cdots > |\alpha_{n-1}| > |\alpha_n|$$

であり、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = 0$$

とすることができる。もちろん、生物が無限に産卵を行うことはありえない。だから、ここでは産卵の回数を年々積み重ねていくにつれて、体長の平均値は次第に均一化し、東西の *cline* は消失してしまうものと考えられる。

さて、前に *ecotype* が体長の異同によつて、かなり明白に識別され、その *cline* が地理的、生態的影響によつて生成されていると述べた。前述の *Achillea lanulosa* の場合は、*cline* が陸地の高度つまり高山の温度や風力や日照時間の気候的な違いが関係していると考えられるが、そうした環境の差異に対応した高度によつて起つている。ソウハチの場合は水温などの海況的な要因の影響よりは、海底地形と、それに伴つて生れる棲息域の広狭とが根本的な要素になつてゐるのではないと思われる。ノートの項で紹介したように、ソウハチの棲息域は異種間に起る基本的な生態の相違からの棲み分けで決定されているから、挟まれた棲息域をもつソウハチは、絶えず異種群の外部からの圧力を受けていることにならう。ここで、これら3種間の分布域の広さを検討してみる。西部漁場では200m等深線が陸地からかなり遠く離れて存在し、それ以深は急斜面になつてゐるから、ほとんど100ないし150mの水深帯が、日本本土と韓国東海岸の間に拡がつて、その間は、広大でゆるやかな傾斜面の漁場となつてゐる。そこでは、ムシガレイ、ソウハチが広い分布域をもつのに反してアカガレイは漁場の狭隘から極端に狭くなつてゐる。この西部漁場から、東方の漁場に移つてくると、アカガレイの分布域は次第に緩傾斜の広い陸棚になるがたわら、ソウハチ、ムシガレイのそれは陸棚が急深になるため、狭くなつてくる。そのもつとも極端な場合は Fig. 1 でわかるように兵庫県を中心とした鳥取——京都の沖合においてみられる。つまり、ソウハチの分布域は沿岸にも沖合にも拡がることのできない地形的、生物学的要因によつて規制されている。このような限られたなかで、その中のソウハチの生活は、餌の量や棲息密度の効果はあつてなく、自己に独立した棲息域を広くもつたことによつて起る外部からの他種の干渉を直接的に受けるかどうかによつて、成長が左右されているのではないだろうか。このような海域では、成長の抑制ばかりでなく、*population* の大ききの抑制(ODUM, 1954)となつてあらわれると考えられる。前述したように本種の繁殖に関係する3+年魚以上の高年群が、この海域にはいないこと、2+年魚から3+年魚への生残率が極端に低い値であるため、1+〜2+年魚の間に西部漁場の魚群のような等比級数性の年令組成を示さないこと(渡辺, 1954)などが、これを裏付ける根拠となるのではないだろうか。

VI. 摘 要

筆者は1952年以降、以東底魚資源調査によつて得られたソウハチを材料にして漁場による成長の変異について考察を行つたところ、次のような知見を得た。

1. 日本海西南海域に棲息してゐるソウハチの1+および2+年魚は、♀♂とも、その体長が西高東低の

cline — 分布をしている。

2. ムシガレイ、アサガレイによって挟まれたソウハチの分布域の二分が、棲息密度や餌の量とともに、本種の成長や population の大きさを左右しているのではないかと推定した。

3. 3+ 年以上の ♀ は、産卵移動のために各 ecotype 間に混合が起り、産卵に関係しない東部漁場の魚群と、cline の不連続を生じ、4 年以上の高年になると ♀ の cline は消滅する。

参 考 文 献

- CLAUSEN, J., D. D. KEIK AND W. M. HIESEY (1948). Experimental studies on the nature of species-III. Environmental responses of climatic races of *Achillea*. *Carnegie Inst. Wash. Publ. No.* 581.
- 北海道区水産研究所 (1957). 重要魚種の発生に関する研究. 北海道区資源調査要報 No. 14.
- 兵庫県水産試験場 (1932). 磯船底曳網漁場調査. 昭和4年度兵庫県水産試験場事業報告, 20-31.
- HUXLEY, J. S. (1938). Clines; an auxiliary taxonomic principle. *Nature*, 142.
- 中尾佐助 (1953). 生物の変異集団. 生物の変異性. 科学文献抄, 25, 岩波, 東京, 1-13.
- 日本海区水産研究所 (1950). 底実資源調査要報. No. 3.
- (1954). ソウハチに関する研究. 以東底魚資源調査概報, 6, 3の20-22.
- ODUM, E. P. (1954). *Fundamental ecology*. Philadelphia, London, 165-180.
- 大内 明 (1954a). 日本海カレイ類4種の産卵. 本誌 1, 21-24.
- (1954b). 鱗によるソウハチの年令及び成長. 同誌同号, 27-32.
- 渡辺 徹 (1954). 日本海西南海域における底魚資源研究 (I). ソウハチ *Cleisthenes Herzensteini* (SCHMIDT) の年令査定, 年令組成及び生残率. 同誌, 同号, 65-81.
- (1956). ソウハチの研究. 日水研研究報告, 4, 249-269.
- 渡辺徹・中江昭 (1956). 山陰沖産カレイ類の食性から見た群集構造解析の試み. 食性に関する懇談会資料日水研香住支所.
- 渡辺・伊藤・小林・名角・吉岡 (1958). 兵庫県津居山沖における底魚群集構造. 兵庫県水産試験場試験報告, 9.
- 山本孝治 (1949). 底魚類の食性に関する研究 第1報. カレイ類の食性について. 日水誌 Vol. 15, No. 5.

日本研年報 (4): 189-195, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 189-196, 1958.

マイワシの成長に伴う脳髄形態の変化について

小 川 良 徳

On the Transformation of Brain Following the Growth of Japanese Sardine

BY

YOSHINORI OGAWA

Abstract

The external form of the brain of sardine (*Sardinops melanosticta* T. et S.) which transforms progressively with its growth was studied ecologically as follows.

1. The club-type brain found in larval stage is replaced later by mallet-type.
2. The order in relative size of various parts of brain varies with the growth until the total length attains 60 mm. when it grows up to the adult form.
3. Olfactory bulbs keep contact closely with olfactory lobes and some expansion is seen at the dorsal side of olfactory lobes with the growth.
4. Epiphysis is tiny at each stage of growth. Saccus dorsalis can be seen from outside as a small gland.
5. The ratio of the size of Infundibulum to that of Inferior lobe decreases with their growth, although the latter expands, and it remains still rather tiny as a whole.
6. Saccus vasculosus changes its form from small wedge-shape to raindrop one but remains very small in size.
7. Optic lobes are the largest among all parts of the brain through the growth, and they expand more remarkably according to the growth.
8. Cerebellum makes the most outstanding change with the growth, and the development of Corpus cerebelli is very fast.
9. The brain form of sardine in larval stage up to the juvenility resembles that of bottom fish, while it transforms into a typical nekton shape by the rapid development of Optic lobes and Corpus cerebelli.
10. An intimate relationship can be seen between ecological adaptation and transformation of brain. It may be given as a conclusion that the former goes in advance of the latter.

I. ま え が き

硬骨魚類の脳髓形態にはその種の生態がよく反映していることはすでに内橋（1953）によつて立証されている。これらの脳髓は全部旧脳 *Hyposphacrium* のみから構成されていることはもろ論であるが、草間（1955）によれば動物の系統樹と関係なく、むしろ動物の生活様式に応じた構造上の差異が顕著であるとされている。

一般的に魚類は成長に伴つてその棲息環境を変え、それに伴つて行動様式も変化することはよく知られているところである。こうした成長に伴う行動様式の変化は脳髓にはどのような形態変化と関連性について、クロダイ *Mylio macrocephalus*（内橋・山口、1955）、クロウメ *Pleurogrammus azonus*（佐野、1956）、ヒメメ *Chasmichthys gulosus*（内橋・小川、1957）などについての報告が見られる。それはいずれも稚仔から成魚への成長に伴つて脳髓形態は著しい変化を遂げる。この変化は行動様式の変化と密接な関連がある。すなわち、各成長の段階における行動は脳髓の形態に反映されていることを明かにしている。

マイワシ *Sardinops melanosticta*（TEMMINCK et SCHLEGEL）成魚の脳髓形態についてはすでに内橋（1953）によつて記載されている。本種の成長に伴う脳髓形態の変化については未だ明らかにされておらず、そこで筆者は仔魚期から成長期*に至るまでの脳髓外部形態の変化について観察し、また行動様式の変化と脳髓形態との関連についても若干の知見を得たのでここに報告する。

この報告をするに当り、終始御指導を賜わり、かつ本稿の御校閲を賜つた日本海区水産研究所長内橋潔博士並びに資源部長加藤源治技官、貴重な標本を承りよく分り賜わり、さらマイワシの生態について種々御教示を賜つた伊東祐方技官、標本採集に多大の御援助をなされた西村三郎、新沼和春両技官、さらに兵庫県水産試験場吉岡三良技師の各位に衷心より謝意を表したい。

II. 材料及び方法

調査標本は1953年から1958年までの間に、主として石川県能登近海及び兵庫県但馬近海で稚魚網、地曳網、抄網、流刺網、巾着網等によつて漁獲されたものである。

調査した魚体は極めて鮮度の良好なものを10%の中性 formal 液で固定、水洗後脳髓を摘出した。観察に当つては Haematoxylin 液** で脳髓の表面を染色して顕微鏡及び肉眼で観察した。また一部は外部構造の理解を助けるための gross section による標本、成魚についてはツエロイゲン包埋 40μ 連続切片、Pal-karmin 染色による組織標本を使用した。

脳形の比較研究に当つて個体変異という点については十分留意し、できるだけ多数の個体について（同一発育段階の個体について採集年、産地を異にして）観察するよう努めたが、成長に伴う脳形の変化を記録するのに問題となるような個体変異の現象は殆んど見出すことができなかった。しかし、一部には通常見られる脳形とは明かに異つた特徴を持つ type（成長に伴う変化とは別に）の顕形を持つた個体又は群が存在するように考えられるが、このことについてはいずれ別途報告する予定であるからこれ以上ふれない。もちろん本報では異つた type の脳は除外して記述する。

III. 所 見

1. 脳髓外形の全形

(a) 脳長軸に対して Telencephalon の頂上と Corpus cerebelli の頂上を結ぶ直線、すなわち T-C line*** は全長9~10mm（以下魚体の大きさはすべて全長で示す）の段階では僅かに後方に傾斜している。42~13mmの段階ではほぼ水平となりさらに 35mm 以上になると前方に傾斜し、その後成長に伴つて

* 伊東（1957）によればマイワシは体長 145~175mm の1才魚の中の♀66%は生物学的最小型に達しているというから全長 200mm 前後に達したものを成魚とみなしても誤りはなからう。

** Wigert Haematoxylin 液を使用すると脳の表面が青紫色を呈し、各部の肉門が鮮明になり観察に便利である。

*** T-C line の名称は内橋・山口（1955）が提唱し、その後内橋・島村・佐野（1957）が使用しているので本報でもこれに従つて使用した。

傾斜の度合いは強化する。このことは孵化直後の *Corpus cerebelli* が極めて小さく、35~40mm の段階に到り *Corpus cerebelli* が顕著に発達し、上方に隆起することによる。

30mm 内外までは *Lobus opticus* の頂上は T-C line より高く、35~40mm で T-C line とほぼ同じ高さ達し、50~70mm ではやや低目になる。しかし、80mm に達すると *Lobus opticus* の頂上は再び T-C line とほぼ同じ高さになる。さらに成長した成魚の段階では T-C line より幾分低目となる。

要するに各脳部が上方に向つて突出する程度が、成長の段階によつて変化することを示しているが、第二段階より第四段階に進むにつれて前方傾斜が強化されていることは *Lobus olfactorius* が上方に向つて発達する程度より、*Corpus cerebelli* が上方に向つて発達する程度が強いことを示している。

(b) 脳髓の全形は 10~20mm では背面観はほぼ菱形に近似し、その側面観は極めて縦扁した扁形状

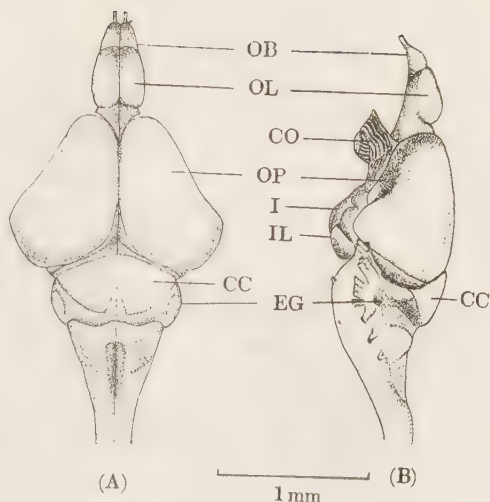


Fig. 1. Dorsal (A) and lateral (B) aspects of the brain in the larval sardine, 24mm in total length.

OB, Olfactory bulb. OL, Olfactory lobe. CO, Chiasma opticum. OP, Optic lobe. I, Infundibulum. IL, Inferior lobe. CC, Corpus cerebelli. EG, Eminentia granularis.

を示している。30~40mm の段階でも背面観は菱形に近く、全体としては棍棒状を呈する。その後成長するも背面観は、いずれの段階においてもほぼ菱形を呈している。しかし、側面観では縦扁の度合いは漸次減少し、槌子状を呈す。

(c) 各脳部の大きさの順位は常に *Lobus opticus* が著大で第1位にある。12mm の段階では *Lobus opticus*, *Medulla oblongata*, *Telencephalon*, *Infundibulum* + *Lobus inferior*, *Corpus cerebelli* の順であるが、35mm に達すると *Lobus opticus*, *Medulla oblongata*, *Corpus cerebelli*, *Infundibulum* + *Lobus inferior*, *Telencephalon* の順となり、60mm では *Lobus opticus* に次いで *Corpus cerebelli* が大きく、これに *Medulla oblongata* が次ぎ *Infundibulum* + *Lobus inferior* 及び *Telencephalon* は極めて微小となる。これは 20~50mm の間において *Lobus opticus* と *Corpus cerebelli* と顕著に発達する時期で、この時期において順位に変化が

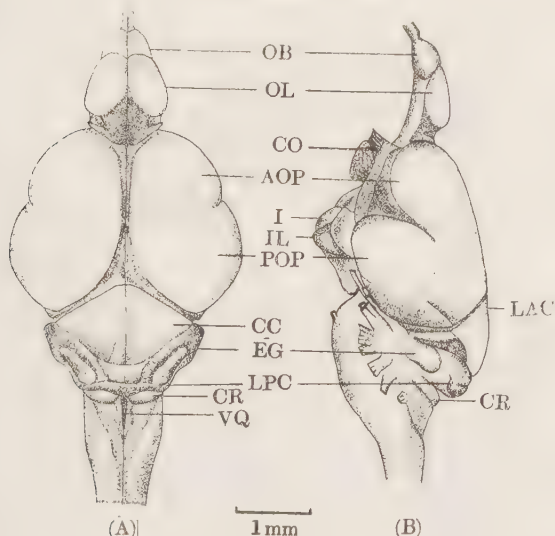


Fig. 2. Dorsal (A) and lateral (B) aspects of the brain in the young sardine, 50mm in total length.

OB, Olfactory bulb. OL, Olfactory lobe. CO, Chiasma opticum. AOP, Lobus anterior opticum. POP, Lobus posterior opticum. I, Infundibulum. IL, Inferior lobe. CC, Corpus cerebelli. LAC, Lobus anterior cerebelli. LPC, Lobus posterior cerebelli. CR, Crista cerebelli. VQ, Ventriculus quartus.

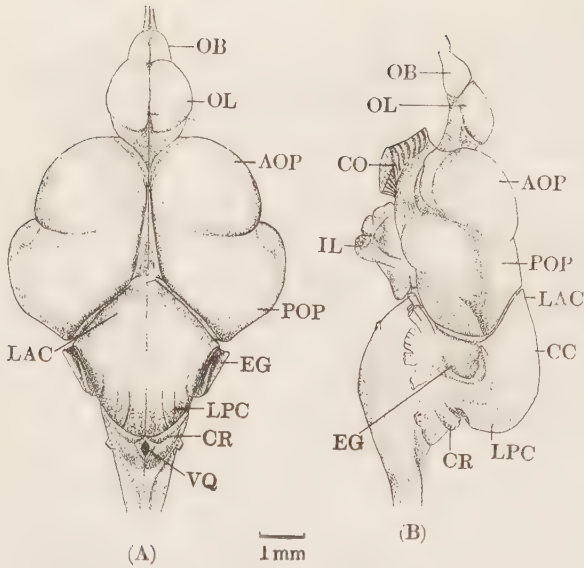


Fig. 3. Dorsal (A) and lateral (B) aspects of the brain in the immature sardine, 125mm in total length.

OB, Olfactory bulb. OL, Olfactory lobe. AOP, Lobus anterior opticus. POP, Lobus posterior opticus. CO, Chiasma opticum. IL, Inferior lobe. LAC, Lobus anterior cerebelli. CC, Corpus cerebelli. LPC, Lobus posterior cerebelli. EG, Eminentia granularis. CR, Crista cerebelli. VQ, Ventriculus quartus.

成長に伴って背面部が膨化隆起し、40mmの段階に達すると後部に軽微なくれかこきて大きな前部と小さな後部ができ、前部は楕円形状であるが後部は後方に向つて緩く傾斜している。50mmに達すると前部は肥大し、Fissura endorhinalis がわずかに認められる。150mm. に達すると Lobus olfactorius の背面観は角のとれた四辺形に近似し、側面観では角のとれた三角形となる。このようにしてようやく大きな上部と小さな下部が区別できるようになる。この時期に到つてかすかに Succus ypsiliformus が認められ Fissura endorhinalis は確然とす

みられるのである。しかし、60mm以後は順位に変化は見られない。

2. Telencephalon

(a) Bulbus olfactorius はいずれの发育段階においても Lobus olfactorius よりも小さく、Lobus olfactorius の前方下側に密接している。その背面観は長楕円半裁形であり、側面観はほぼ楕円形に近似している。成長に伴って背面と側面がわずかに肥大し Nervous olfactorius の横扁化とあいまって 120mm 前後から球根状を呈す。しかし、この部分は成長に伴う変化は極めて僅小である。

(b) Lobus olfactorius は 20mm においては背面観は平坦で、ほぼ楕円形であるが、側面から見ると大きな Praethalamus の上に扁平な長楕円体が見られる。

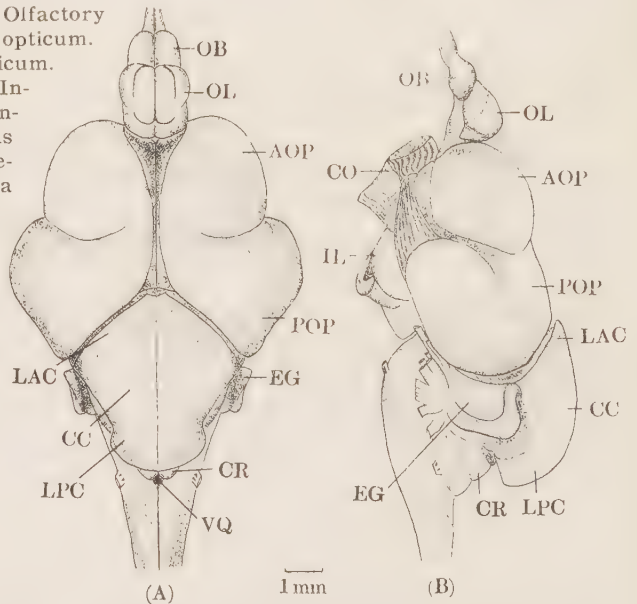


Fig. 4. Dorsal (A) and lateral (B) aspects of the brain in the adult sardine, 190mm in total length.

OB, Olfactory bulb. OL, Olfactory lobe. AOP, Lobus anterior opticus. POP, Lobus posterior opticus. CO, Chiasma opticum. IL, Inferior lobe. LAC, Lobus anterior cerebelli. LPC, Lobus posterior cerebelli. CC, Corpus cerebelli. EG, Eminentia granularis. CR, Crista cerebelli. VQ, Ventriculus quartus.

る。またはじめて *Tuberculum taeniae* は軽微に認められるようになる。

3. Diencephalon

(a) *Epiphysis* はいずれの段階でも極めて短小である。

(b) *Saccus dorsalis* は極めて小さく、50mm 前後の段階までは *Lobus olfactorius* の後端背面部に明らかな三葉からなる器管として認められるが成長と共に判然としなくなる。

(c) *Nervous opticus* は 20mm 前後までは断面は長楕円形で細く、貧弱であるが、30mm を超える段階から遂次強大となり、55mm に達すると極めて太く丈夫となり、その断面はほぼ円形であり、9 束の線維束からなっている。Chiasma opticum も *Nervous opticus* の発達に伴って強大となる。Chiasma opticum は *Infundibulum* の直前にあり、通常左上全交叉を示す。

(d) *Infundibulum* は 20mm の段階では両下葉と比較して幅広く、中央部の周辺が弧状に膨出している。そして *Lobus inferior* より下方に向つて突出している。55mm を起える頃より両下葉の間に挟まれた陥入部に位置し、長い逆三角形に近い形状となる。ただ *Hypophysis* の位置する部分が弧状に下方へ突出している。125mm を超える段階に到ると *Infundibulum* は両下葉と比較して極めて小位となる。

(e) *Lobus inferior* は 20mm の段階では殆んど扁平に近く、わずかに後部が卵円形を呈しているにすぎない。成長に伴って両下葉の後方部、すなわち、第三神経溝の後部が、前部に比較して膨化肥大する。そして、この直後の部分が下方に突出する。また第三神経溝は仔魚時代から明らかに認められるが、成長に伴って一段と深く。 *Lobus inferior* は 125mm 前後の段階ではほぼ成魚型となる。

(f) *Saccus vasculosus* は常に両下葉の接合点後端に位置している。20mm の段階では *Infundibulum*

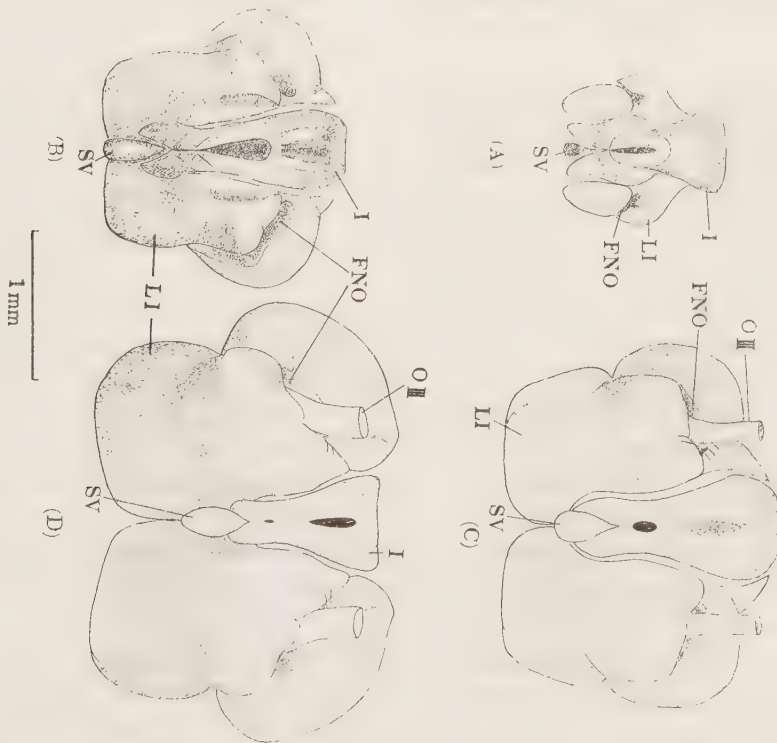


Fig. 5. Outline of infundibulum, lobus inferior and saccus vasculosus.

(A) Total length 20 mm (B) Total length 40 mm

(C) " 80 " (D) " 100 "

I, Infundibulum. LI, Lobus inferior. FNO, Fovea nervus oculomotorius.
OIII, Nervus oculomotorius. SV, Saccus vasculosus.

は両下葉間に挟まれて存在し、両者の後端は同一線上にある。Saccus vasculosus の形状は薄い、小さな三角形状を呈している。しかしながら体成長に伴って Lobus inferior が発達すると Infundibulum は前方に移るので、その後端は両下葉の後端より前方に位置する。そして 150mm においては両下葉のほぼ中央に位置するようになるが、この間に Saccus vasculosus の形状は極めて小さな雨滴型となる。

4. Mesencephalon

(a) Lobus opticus はいずれの成長段階においても各脳部のうちで最も大きい。10mm の段階ではその背面視はほぼ三角形に近い。つまり前方は狭く、後方において側方に膨出展開しているのである。側面視には三角形に類似した形状となる。すなわち、背面はわずかに円末を帯び、前方が小さく、後方が幅広く重厚である。25mm に達すると Lobus opticus の後部は左右に膨出するが、Lissner のいう “Lateralen Einschnürung” はまだ認められない。30mm に達して軽度には認められるようになる。こうした側面狭窄部の後方終点として浅い凹陥部が認められる。35mm に達すると “Lateralen Einschnürung” が発達し、これによつて Lobus opticus は前後両葉、すなわち Lobus anterior opticus と Lobus posterior opticus とに分かれる。後葉は大きく、前葉は小さい。さらに 60mm に達するとこの前後両葉の区分は極めて明瞭となる。また 30mm を超える頃から Lobus opticus の背面正中線の後端部、Lobus anterior cerebelli の前方に浅い三角形状の浅い陥入部がみられる。この陥入部は成長に伴つていく分大きくなる。

(b) Lobus opticus の成長に伴う変化のうち 35mm から 45mm の段階にのみ認められる特殊な形態がある。それは Lobus opticus の側面後方部の下端に小瘤状の突起が出現する。またこの段階では Lobus opticus の背面後方部と側面の境に、背面後端から前下方に向う一条の隆起帯が顕著み見られる。これに類似した形態をウルメイワシ *Etrumeus micropus* (T. et S.) の成魚で内橋 (1953) が記載しているが、この二種の魚のそれとそれとに明かに異なっているように考えられる。今後十分な比較研究が必要である。

5. Cerebellum

(a) Cerebellum は成長に伴う各脳部の変化のうちで最も顕著な、かつ複雑な形態的变化を遂げる部分である。

Corpus cerebelli は 10mm の段階にあつては極めて小さく、背面視では三角形に近い形状を呈している。また Lobus posterior cerebelli はわずかに認められる程度である。26mm に達すると Corpus cerebelli の背面視は菱形に近似する。そして Lobus posterior cerebelli は Lobus anterior cerebelli よりやや低目に後方に傾斜している。またその両端に肥大した隆起部がみられる。35mm に達すると Corpus cerebelli も肥大し、Lobus posterior cerebelli の両端にある隆起部が肥大し、その背面視は Lobus posterior cerebelli を挟み、V 状に位置する。この成長段階においても Lobus posterior cerebelli の背面は Lobus anterior cerebelli の背面より幾分低目である。55mm の段階に達すると Lobus anterior cerebelli と Lobus posterior cerebelli の間にみられた段丘は殆んどなくなり、Lobus posterior cerebelli が後方に発達肥大する。また Lobus posterior cerebelli の両端にみられた隆起部は大きな耳状隆起帯となる。

80mm に達すると Corpus cerebelli は発達肥大するが、Lobus posterior cerebelli の膨化肥大は著しい。また大きな耳状隆起帯は Corpus cerebelli の背面後部には後端部から前方に向う軽微な条痕が左右に各々 2 条認められる。

(b) Eminentia granularis は 25mm から 45mm までは Corpus cerebelli の左右に突出した脚部にわずかに膨化しているにすぎず、極めて小さいが、その後次第に肥大し、80~100mm の段階で明瞭な瘤状突起となり、Corpus cerebelli の脚部に大きく位置する。

(c) Valvula cerebelli は 20mm まではその背面視は半楕円形の小さな突起で中脳腔に偏在する。30mm を過ぎると、その背面視は角形を取った四辺形状となる。70mm に達するとその背面視では左右の幅より前方に伸縮し、後方部がより左右に肥大する。しかし、大きさは中脳腔の約 1/4 を占めるにすぎない。170mm に達するとその背面視は軍扇状でかなり大きく、中脳腔の約 1/3 を占める大きさに達する。

6. Medulla oblongata

Medulla oblongata の背面には Crista cerebelli がみられるのであるが、10mm の段階では外見上判然としないが、20mm の段階で初めて Lobus posterior cerebelli の後部に単純な膨出部として認められる 40～60mm の段階で明瞭な膨出部として発達する。70mm に達して Crista cerebelli の膨出部は上下二層が見られる。上部は大きく下部は小さい。また Crista cerebelli の左右両葉の相接して橋梁状をしている。Lobus vagi, Lobus facialis は外見上判然としない。

Ⅳ. 考 察

マイワシは一般に春期沿岸で産卵し、卵は比較的短時間の内に孵化し、10mm 内外の後期仔魚期までは游泳力は極めて弱くフナック

トン生活を営み、シラス期に入つて沿岸近くに群集游泳するようになる。36mm 内外に成長して初めて魚体の外形がほぼ完成して稚魚期に入り、沿岸浅所で群棲、索餌行動をなし、60mm 内外、産卵行動に出て行くといわれている。

シラス期以前の成長段階のものは殆んどプランクトン生活で游泳力に乏しい。この時代の脳形の特徴についてみると各脳部の大きさの比率からみると Lobus opticus は最大であるが、Nervus opticus は細く、Corpus cerebelli は極めて微小である。Medulla oblongata 及び Telencephalon は見かけ上の大きさは各脳部中で上位にある。これらのことからみると底魚型の脳形に近いし、その時代の行動は極めて緩慢で、脳の形態とよく吻合する。

次にシラス期から魚体外形が完全成魚型になるまでの段階の脳形の特徴についてみると Lobus opticus は漸次著大となり、“Lateralen Einschnürung”が見られるようになる。これに従つて Nervus opticus も太くなる。Corpus cerebelli の膨化肥大して、よく発達することはこの段階において視覚の発達と行動力の発達を物語っている。この成長段階の Eminentia granularis の発達程度は比較的低いので、シラス期における成群性は感覚的には未完成なものであり、この時代における群形成は視覚と海流などの物理的な要因が大きく作用しているものと考えられる。

シラス期をすぎ沿岸浅所游泳の稚魚期に入ると Lobus opticus は増々著大になり、“Lateralen Einschnürung”は顕著となる。この Lobus opticus に次いで Corpus cerebelli が大きく、Crista cerebelli も肥大し、Valvula cerebelli も発達して来る。この時代には活発な游泳行動がなし得る体制にある。そして 60mm を超える頃から外洋の生活に移るのであるが、この時代には各脳部の全体的な鈎合は成魚のそれとほぼ同様であるが、各脳部外形は完全な成魚型には達していない。

まず最初に完成するのは Lobus opticus でほぼ 60mm 前後である。次いで Cerebellum が 80mm 前後で成魚型に達する。また Medulla oblongata も 50mm 内外で成魚型に達す。Diencephalon は 125mm 内外 Telencephalon が 150mm 内外の順である。つまりマイワシの行動に重要な役割を、各脳部位の順となつていふように見られる。

この脳形の変化と生態の変化は密接な関係にあり、総括的にみると内橋・小川 (1957) がドロマの成長に伴う脳形変化の研究で明かにしたこと、マイワシにおいても、常に生態的变化が先行し、脳形変化が後続することは明かである。

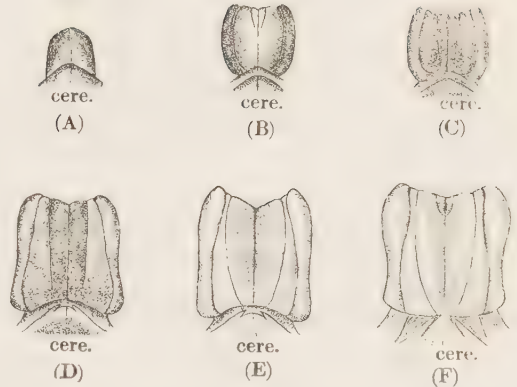


Fig. 6. Dorsal view of “Valvular cerebelli”.
cere., lobus anterior cerebelli.

(A)	Total length	20mm
(B)	“	30 “
(C)	“	40 “
(D)	“	70 “
(E)	“	100 “
(F)	“	110 “

V. 要 約

マイワシの成長に伴う脳形変化について観察し、脳形変化と生態変化との関連性について考察した。

1. 脳形の全形は成長に伴い棍棒状から槌子状へ移行する。
2. 各脳部の大きさの順位は成長に伴って変化するが、60mm 段階で成魚の示す順位となる。
3. *Bulbus olfactorius* は *Lobus olfactorius* に接合し、*Lobus olfactorius* の背面は成長に伴って幾分膨出肥大する。
4. *Epiphysis* はいずれの段階でも極めて短小であり、*Saccus dorsalis* は小さく外見できる。
5. *Infundibulum* は成長に伴って *Lobus inferior* の発達に比してその大きさの比は減ずる。
6. *Saccus vasculosus* は常に小形であり、その形状は初期には小楔型であり、成長すると雨滴型となる。
7. *Lobus opticus* は常に各脳部中最大であり、成長に伴ってますます著大となる。
8. *Cerebellum* は成長に伴う変化が顕著な部分で、*Corpus cerebelli* の発達は極めて急速である。
9. シラス期の初期までの脳形は底魚型を示している。
10. シラス期以後は *Lobus opticus*, *Corpus cerebelli* 等の急速な発達によって游泳性魚類の特征的脳形を示すようになる。
11. 生態的变化と脳形変化には密接な関連がみられる。それは生態的变化が先行し、形態的变化が後続する。

文 献

- 伊 東 祐 方 (1957). イワシ類の生活史. 昭和29年鯉資源協同研究経過報告 (日本海区水産研究所): 53-91.
- 佐 野 蘊 (1956). ホツケ (*Pleurogrammus azonus* JORDAN et METZ) の發育に伴う脳髓形態の変化について (第1報). 北水研研究報告 (13): 30-38.
- 内 橋 潔 (1953). 脳髓の形態より見た日本産硬骨魚類の生態学的研究. 日水研研究報告 (2): 1-66.
- UCHIHASHI, K. & Y. OGAWA (1957). A transformation of brain following the growth of *Chasmichthys gulosus* (GUICHENOT). *Ann. Rep. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab.* (3): 85-95.
- 内橋潔・山口正男 (1955). クロダイ *Mylio macrocephalus* (B. S. LEWSKY) の成長に伴う脳髓の外部形態変化について. 日水研研究年報 (2): 75-80.
- 草間敏夫 (1955). 脳と心の進化. 現代生理学 (6), 精神の生理学, 河出書房 (東京).

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 197-220, 1958.

Study on the Brains of the Deep Sea Fishes, *Cyclothone microdon*, *Gonostoma ritiogi* and *Coryphaenoides acrolepis*

BY

HIDEOMI TUGE¹ AND HATSUTARO SHIMAMURA

INTRODUCTION

Although the knowledge on deep sea fishes has been greatly advanced in recent years, studies on their brains are lagging far behind among the research works of deep sea fishes.

Since the comprehensive study of Shanklin in 1935 on the diencephalon and mesencephalon in the three deep sea fishes which belong to the order Iniomi, almost no literature has been published, in so far as we are aware of.

Even before the Shanklin's there had been a very few investigators who paid attention on these brains, for instance, Gierse (1904), Trojan (1906), Dammerman (1910), and Charlton (1932).

Environment where deep sea fishes live is remarkably different from that of normal sea fishes, especially in conditions such as pressure, darkness, food and so forth. Among those fishes, some may swim up and down between some thouthands meters depth.

From the point of comparative neurology in disclosing relationship between brain structure and ecology, on which we are working, it is not without interest to find how the brains of deep sea fishes are constructed as they can be adaptable to conditions on their life.

Fortunately, one of the authors (H. T.) was presented the three deep sea fishes from Professor T.S. Rass in Oceanographical Institute, U.S.S.R. Academy of Sciences. Hence we studied on the brains of these fishes under the purpose above mentioned and the result of the observation is reported herewith.

MATERIALS AND METHOD

All the deep sea fishes employed for the present investigation were caught by the U. S. S. R. Expedition Boat 'Vitjaz' during 1952 to 1954. They were adult form. Their specific names and the characteristic features are as follows;

1) *Cyclothone microdon* (fig. 1). Sampling depth, 2000-0 m., St. No. 1599.

¹ Biological and Physiological Laboratory, Hosei University, Tokyo, and Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory.

It belongs to the sub-family *Gonostomatidae*, and is the smallest among the fishes investigated. The body length is about 5 cm. It possesses luminous organs arranged strigously on the lateral side of the body. The mouth is quite large with teeth. The eyes are exceedingly small.

2) *Gonostoma ritiogi* (fig. 2). Sampling depth, 5550-0 m., St. No. 3206.

It belongs to the sub-family *Gonostomatidae* as well as *Cyclothone*. The body length is about 9.5 cm. Although it possesses luminous organs on the lateral side of the body and a large mouth as in *Cyclothone*, the eyes are not small differing from those of *Cyclothone* and fluorescent.

3) *Coryphaenoides acrolepis* (fig. 3). Sampling depth, 8000-0 m., St. No. 2216.

It belongs to the family *Coryphaenoididae* and is known as the synonym *Macrurus*. It was the biggest among the fishes studied, being about 61.5 cm. The fluorescent eyes are very large. It possesses a pair of short barbels on the lower jaws.

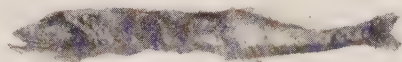


Fig. 1. *Cyclothone microdon*, Natural size.

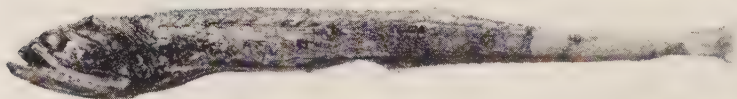


Fig. 2. *Gonostoma ritiogi*, Natural size.

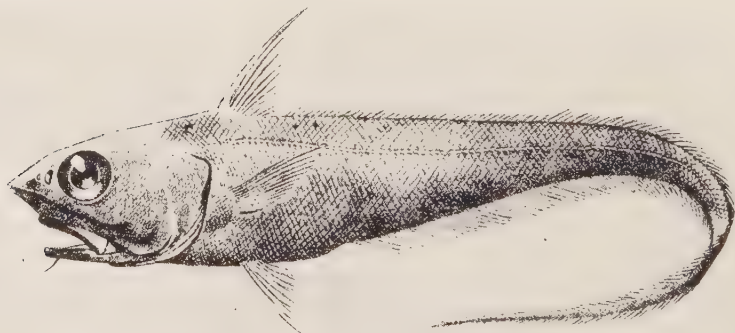


Fig. 3. *Coryphaenoides acrolepis*. $\times \frac{1}{5}$. (The photograph was presented by Prof. Rass).

Although the preservation of materials was not in an excellent condition, the brains of the above three species were imbedded in celloidin, cut serially in the transverse plane and stained by Pal-Weigert method. In addition, the

brains of *Cyclothone* and *Gonostoma*, were stained by Mayer's hematoxylin and eosin in paraffin sections.

RESULTS OF OBSERVATIONS

EXTERNAL FORMS OF THE BRAINS

1. TELENCEPHALON

In *Cyclothone* and *Gonostoma* the olfactory bulbs are close together with the olfactory lobes (figs. 4 and 5), but in *Coryphaenoides* (fig. 6) the bulbs are not directly in contact with the olfactory lobes being connected with the longer olfactory tracts. The olfactory lobes are relatively well-developed in all three of these fishes. In *Coryphaenoides*, each olfactory lobe exhibits an ovoidal shape. The paired lobes over which several fissures run are divided

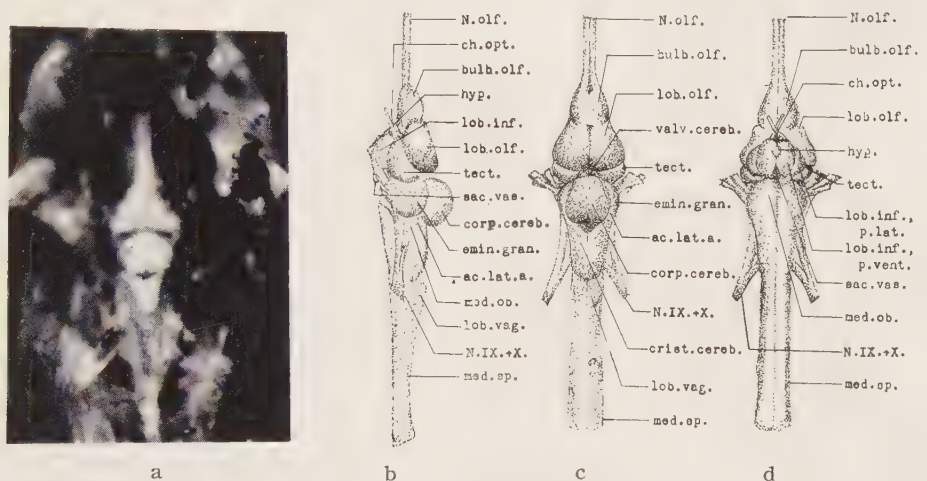


Fig. 4. Brain of *Cyclothone microdon*. a, dorsal view. $\times 15$. b, lateral view. $\times 20$. c, dorsal view. $\times 20$. d, ventral view. $\times 20$.

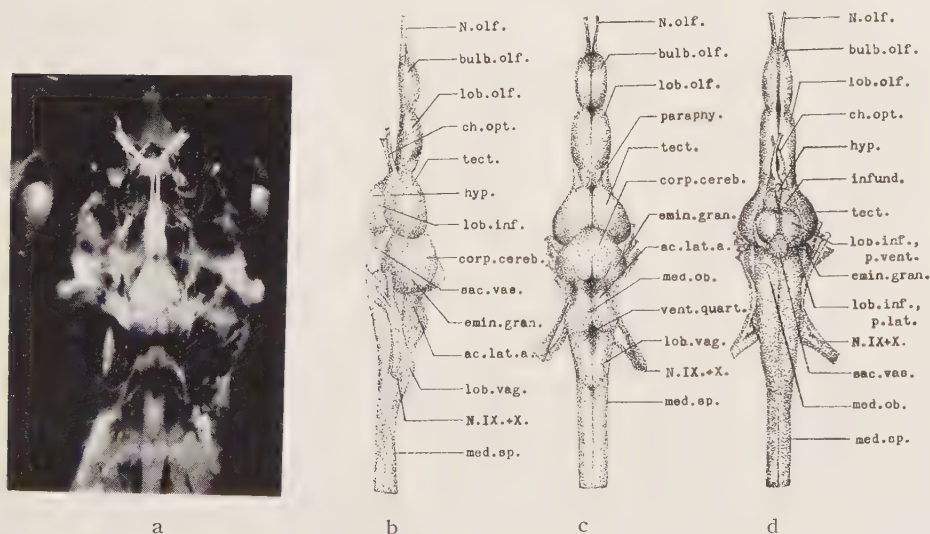


Fig. 5. Brain of *Gonostoma ritiogi*. a, dorsal view. $\times 20$. b, lateral view. $\times 30$. c, dorsal view. $\times 30$. d, ventral view. $\times 30$.

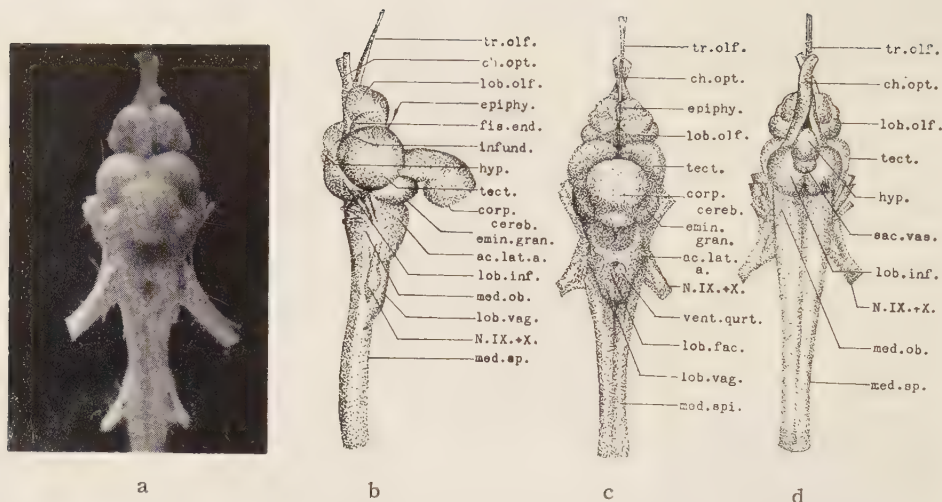


Fig. 6. Brain of *Coryphaenoides acrolepis*. a, dorsal view. $\times 2$. b, lateral view. $\times 2$. c, dorsal view. $\times 2$. d, ventral view. $\times 2$.

superficially into the various tubercles. The most prominent among those fissures is the sulcus ypsiliformis. On the other hand, in *Cyclothone* and *Gonostoma*, there are not found any distinct fissures on the paired lobes. In *Cyclothone*, each olfactory lobe exhibits a pear-like shape, and is much larger than the olfactory bulb. In *Gonostoma*, both the lobe and the bulb are elongated in lengthwise and the difference between them in size is not remarkable.

2. DIENCEPHALON

In *Coryphaenoides* the saccus dorsalis is visible, but in *Cyclothone* and *Gonostoma* it is not observed macroscopically owing to its smallness. In all three of these fishes, the infundibulum is not eminently protruded in the ventral side of the brain. The hypophysis, saccus vasculosus and lobi inferiores are well-developed in all of them, particularly in *Coryphaenoides*. The optic chiasma is seen in usual place, but the optic tracts are exceedingly slender in *Cyclothone*, very small in *Gonostoma* and relatively large in *Coryphaenoides*. Although in all species the chiasma is the simple crossing, it is with the right nerve uppermost in *Cyclothone*, while in *Gonostoma* and *Coryphaenoides* it is the left nerve uppermost which is typical for teleosts (Herrick, 1899).

3. MESENCEPHALON

In the three species the optic tectum differs in its shape respectively. As is shown in figs. 4 to 6, the optic tectum in *Coryphaenoides* is well-developed, while in *Gonostoma*, in a lesser extent and in *Cyclothone*, exceedingly poor so that it is almost covered by the forebrain.

4. CELEBELLUM

In *Coryphaenoides* the cerebellum is well-developed. It consists of the valvula cerebelli which comes deeply into the ventricle underneath the optic tectum and of the large corpus cerebelli which extends caudo-dorsally. In the ventro-lateral border of the corpus cerebelli is found an enlarged eminentia granularis on both sides. In *Cyclothone* and *Gonostoma*, the cerebellum is not so well-developed as in *Coryphaenoides*, but the eminentia granularis is very well-developed. In *Gonostoma* there is a large fissure along the midline of the

corpus cerebelli on the surface of the caudal portion, but in *Cyclothone* it is hardly visible.

5. MEDULLA OBLONGATA

In dorsal view, all of the fishes examined show no distinct difference from the common teleost type. However, the acoustic tubercle bulges dorsally in a shape of bank on both sides, but such bulging is not so clear in the vagal and facial lobes.

INTERNAL STRUCTURE OF THE BRAINS

1. TELENCEPHALON

The internal structure of the cerebrum in the three species examined possesses remarkable features in arrangement of the cells and the fiber tracts respectively.

As pointed out already, the olfactory bulb is not in direct contact with the olfactory lobe in *Coryphaenoides*, different from that of *Cyclothone* and *Gonostoma*. In *Coryphaenoides*, tractus olfactorius enters into the olfactory lobe forming the two fiber bundles, tractus olfactorius medianus and tractus olfactorius lateralis, which terminate in respective olfactory centers as seen in many teleostean types. In *Gonostoma* and *Cyclothone*, however, it is very difficult to indicate the fiber bundle which corresponds to the tractus olfactorius lateralis. In these fishes, there are few cell groups which are identified as nucleus medianus, nucleus olfactorius lateralis (Sheldon, 1912, Tuge, 1929). Particularly, in *Cyclothone*, there is no cell group that corresponds to the palaeostriatum (fig. 7a). In *Gonostoma*, there are few cells scattered in the area regarded as the palaeostriatum in the teleostean brain (fig. 7b). It is very

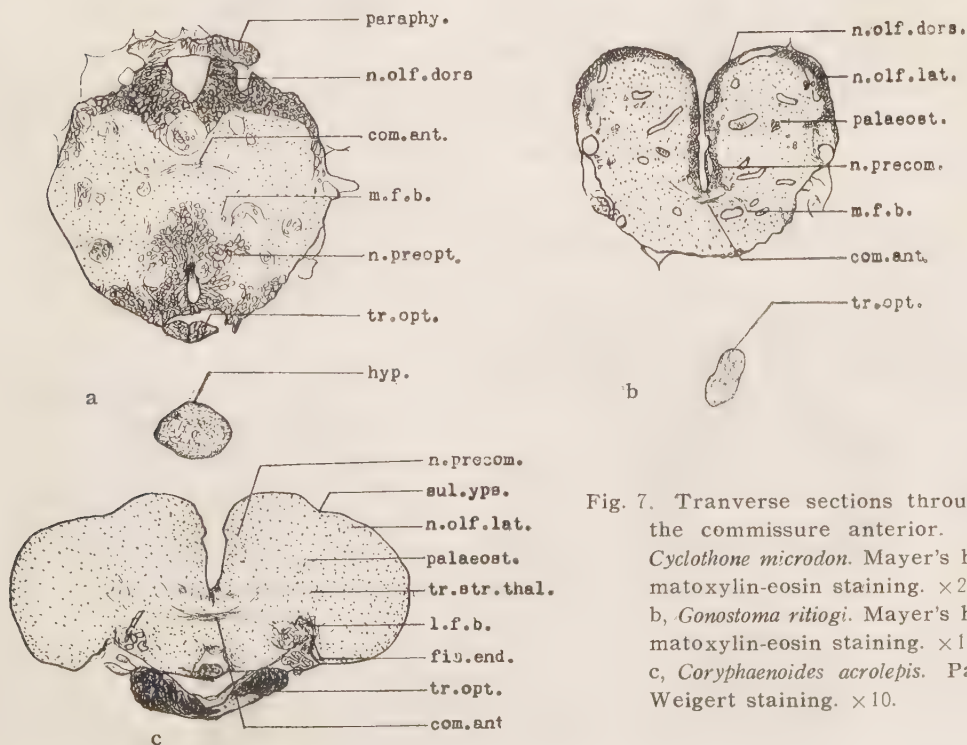


Fig. 7. Transverse sections through the commissure anterior. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$. c, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

interesting to notice here that the nerve cells in the olfactory lobe in *Cyclothone* look like immatured nerve cells. In *Cyclothone*, for example, the size of the nerve cell in the nucleus medianus measures $5-6\mu$ in average. The number of the nerve cells in the olfactory lobe is exceedingly few as compared with that of other teleostean brains.

In all three of these fishes, the anterior commissure is situated in the usual position. In *Cyclothone*, the commissure is consisted of a small number of fibers which originate mostly from the nucleus medianus and nucleus pre-commissuralis, while in *Gonostoma* a few fibers possibly originating from the poorly developed palaeostriatum constitute a part of the commissure.

In *Coryphaenoides*, the internal structure of the olfactory lobe does not differ from these typical for teleostean brains. Palaeostriatal region is relatively well-developed (fig. 7c). Accordingly, the degree of the development of the forebrain bundles seems to be in accordance with the difference mentioned above. Substantially, in *Cyclothone* and *Gonostoma*, it is possible to trace the medial forebrain bundle downwards to the hypothalamus, but impossible to do so for the lateral forebrain bundle which is very poorly developed (fig. 7a, b). In *Coryphaenoides* (fig. 7c), on the other hand, the lateral forebrain bundle as well as the medial is so well-developed that one can follow further caudally to the diencephalic regions as will be stated later.

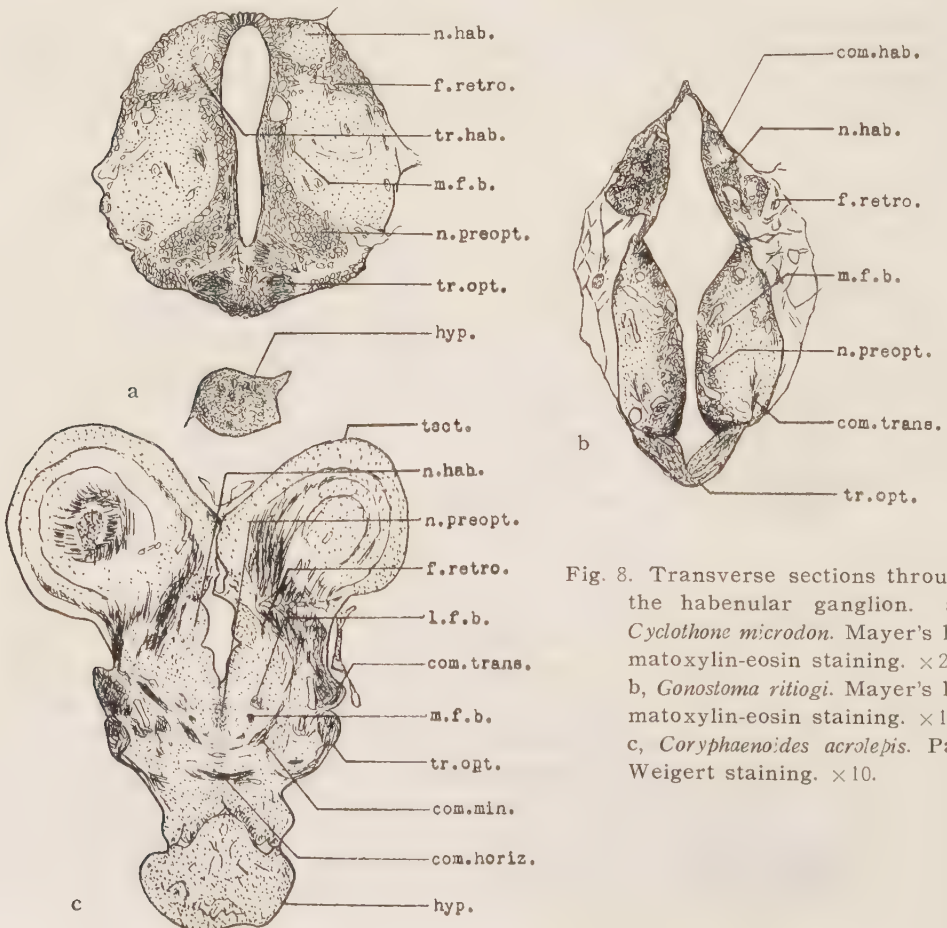


Fig. 8. Transverse sections through the habenular ganglion. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$. c, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

2. DIENCEPHALON

1) Nucleus habenulae

In *Cyclothone* and *Gonostoma*, the nucleus habenulae is relatively well-developed (fig. 8a). As observed in other deep sea fishes by Shanklin (1935), and Gierse (1904), asymmetry of the nucleus habenulae on both sides is found also in our materials. In both specimens the right habenular nucleus is larger than the left one, as they found in *Cyclothone* and *Bathypterois* (fig. 8a, b). In *Coryphaenoides*, nucleus habenulae is not markedly large (fig. 8c). Especially, in *Cyclothone*, the cells of the habenular ganglion are large and compact around the periphery. The habenular commissure is present in the usual place in these fishes, but it is not well-developed in *Cyclothone*. In *Cyclothone* and *Gonostoma* the fasciculus retroflexus is identified in such a way that it originates from the nucleus habenulae and proceeds caudally to the hypothalamus. But we did not follow it down to the nucleus interpeduncularis. There are a few fibers which originate from the nucleus habenulae mingling with the fasciculus retroflexus and penetrate into the thalamic and hypothalamic areas, but their connections in detail have not been ascertained.

2) Nucleus preopticus

The nucleus preopticus occupies a very large area in *Cyclothone* and *Gonostoma* (fig. 8a, b). But, in *Cyclothone*, it is not easy to distinguish the pars magnocellularis from the pars parvocellularis. In *Gonostoma*, the difference between both parts is fairly distinct. In *Coryphaenoides* the pars magnocellularis which is occupied with large cells, is clearly visible. In all of these fishes, a number of fibers of the medial forebrain bundle terminate into the nucleus preopticus.

3) Corpus geniculatum lateralis

It is very well-developed in *Cyclothone* and *Gonostoma* as has been shown in *Bathypterois* by Shanklin (1935). The fact that the corpus geniculatum lateralis is well-developed in *Cyclothone* (fig. 9a), though it possesses very atrophied eyes, may indicate that it receives many fibers other than optic fibers. In *Coryphaenoides* it is not so conspicuous and situated at the usual place. Accordingly, it requires further study to decide whether or not the nucleus which was identified as the corpus geniculatum lateralis in *Cyclothone* and *Gonostoma* as well as in *Bathypterois* by Shanklin (1935) is homologous with that of higher forms.

In connection with this, Charlton (1933) who studied on the brain of blind cave fishes suggests that this nucleus may be a correlation rather than a relay center for the optic path-way, because it is present in those fishes though somewhat atrophied.

4) Nucleus pretectalis

We were not able to identify this nucleus either in *Cyclothone* or *Gonostoma*. However, in *Coryphaenoides* it is very well-developed in a position caudal of the corpus geniculatum lateralis (fig. 9c).

Charlton (1933) in blind fishes, however, mentions that the nucleus is large and formed of large cells scattered here and there.

5) Lobus inferior

The lobi inferiores are well-developed in all three of deep sea fishes (fig. 9a, b, c), but the type of this structure is quite different between *Coryphaenoides* and the small ones, *Gonostoma* and *Cyclothone*. The lobi inferiores of *Coryphaenoides* are a type similar to the other common fish so that no detailed

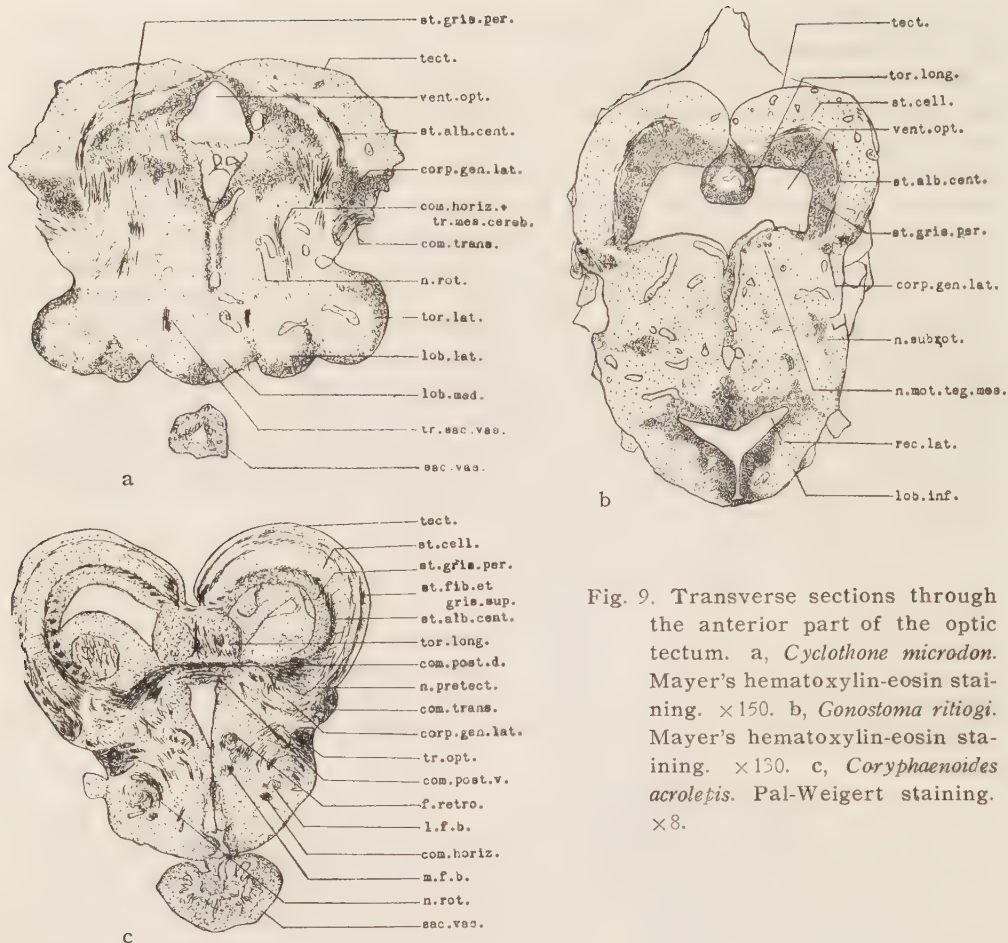


Fig. 9. Transverse sections through the anterior part of the optic tectum. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 150$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 130$. c, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 8$.

description would be needed.

In *Cyclothone* and *Gonostema*, as stated by Shanklin (1935) in deep sea fishes, the lobi inferiores are divided into the three typical parts; lobus medius, lobi laterales, and tori laterales. But in *Cyclothone* the tori laterales show a higher degree of development than the lobi laterales. Within the tori laterales, though well-developed in size, only few cells are scattered except the nucleus rotundic components.

In *Gonostoma*, on the contrary, the tori laterales is smaller than the lobi laterales. In *Coryphaenoides*, the part to be identified as the tori laterales is almost lacking.

Notwithstanding that the nucleus rotundic components are poorly developed in these fishes, the fact that the lobus inferior reaches a high degree of development suggests that it may play an important role not only in visceral function but also in static function. This will be supported by the fact that in these fishes the acoustico-lateral system, including the cerebellum and the saccus vasculosus, are well-developed.

6) Nucleus rotundic components

Although in many fishes, nucleus rotundic components constitute a large

characteristic structure in the hypothalamic region being divided into the rotundus proper, prerotundus and subrotundus, these are very poorly developed in *Cyclothone* (fig. 9a) and *Gonostoma* (fig. 9a, fig. 10a). In *Cyclothone*, the prerotundus begins to appear in the peripheral portion of the lobe inferior contiguous to the thalamic region and extends medially. The nucleus rotundus proper is enormously small and is continuous with the nucleus prerotundus in its dorsocaudal portion. No cell group which corresponds to the nucleus subrotundus is observed. Principally these findings hold good in *Gonostoma*. Even in *Coryphaenoides* the nucleus rotundus and nucleus prerotundus are not well-developed, but the nucleus epirotundus of Shanklin (1935) is pretty well-developed (fig. 9c, fig. 10b). At any rate it may be worthy to note that in the deep sea fishes under consideration the nucleus rotundic components are not well differentiated. In so far as we know, *Gadus* is an example which shows badly developed structure of the nucleus rotundus. Above observation in the deep sea fishes coincides with that of Shanklin (1935), but his nucleus subrotundus

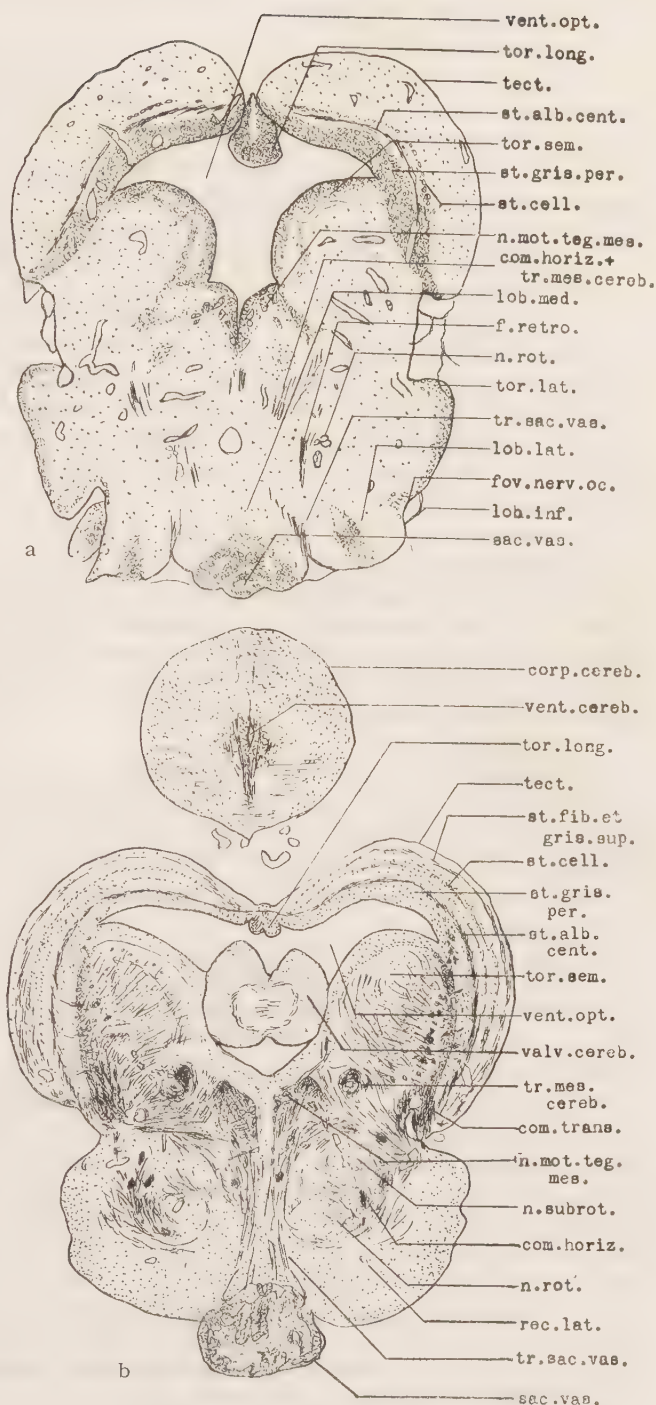


Fig. 10. Transverse sections through a level of approximately middle part of the optic tectum. a, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$. b, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

(see Shanklin, fig. 16) seems to indicate our nucleus prerotundus.

7) Hypophysis

In all of the deep sea fish it is very well-developed. The hypophysis in *Cyclothone* is rostrally elongated and ovoidal in the caudal part (fig. 7a, fig. 8a), in *Gonostoma* ovoidal as a whole. In *Coryphaenoides* it is egg-shaped and its caudal part covers the ventral side of the saccus vasculosus (fig. 8c, fig. 9c). Charlton (1933) in blind fishes states that the hypophysis is small. Accordingly, the fact that the hypophysis is large in deep sea fishes would show that it relates with the ecology of deep sea life.

8) Saccus vasculosus

Morphologically, it is well-developed in *Cyclothone* (fig. 9a), poorly developed in *Gonostoma* (fig. 10a, fig. 12b), and very well developed in *Coryphaenoides* (fig. 10b). In the latter, the tractus sacci vasculosi is easily recognized. This tract which is composed of unmyelinated fibers comes out from the ventral part of the thalamus and penetrates into the succus vasculosus after decussation (fig. 10b). But in *Cyclothone* and *Gonostoma* this tract was not possible to be identified.

Dammerman (1910) claimed that the saccus vasculosus is an organ for the sense of depth according to his observation on the deep sea fishes. Our observation could not substantiate his opinion as well as that of Shanklin (1935), because we found such a case as in *Gonostoma*. It is interesting that Charlton (1933) observed a well-developed saccus vasculosus in blind fishes. According to a recent study of van de Kamer and Verhagen (1954), this organ seems to be of a secretory function.

9) Optic tract

The optic tracts in *Cyclothone* are enormously slender (fig. 7a), and in *Gonostoma* are rather small, but in *Coryphaenoides*, they are of usual size. In all three of these fishes they enter into the brain after having formed the chiasma exterocephally. They descend dorso-laterally in the thalamic region together with the commissure transversa and end mostly into the tectum. In our preparations, the termination of the tract was not possible to detect in detail in *Cyclothone* and *Gonostoma*, but in *Coryphaenoides* a part of the tract penetrates into the corpus geniculatum lateralis.

10) Diencephalic commissures

a. Commissura transversa

In *Cyclothone* and *Gonostoma* the commissura transversa is very large. After decussating at the base of the hypothalamus, it runs dorso-laterally along the periphery of the latter, passes through the corpus geniculatum lateralis and the most of the commissural fibers enter into the torus semicircularis. Possibly a small number of the commissural fibers penetrate into the tectum. In *Coryphaenoides* also the commissura transversa is relatively large. Most of the fibers end into the torus semicircularis, but a part of the commissure connects the tecti on both sides. The fact that the commissura transversa is well-developed in these deep sea fish coincides with that observed in the torus semicircularis. It agrees very well with the observation of Shanklin (1935), who found that it is conspicuously developed corresponding to the hypertrophied torus semicircularis.

b. Commissura horizontalis

In all three of these fishes, it is relatively well-developed. After having penetrated into the nucleus rotundic components, it terminates into the dorsal part of the thalamic region (fig. 8c, fig. 9a, fig. 9c, fig. 10b, fig. 11a, fig. 11b).

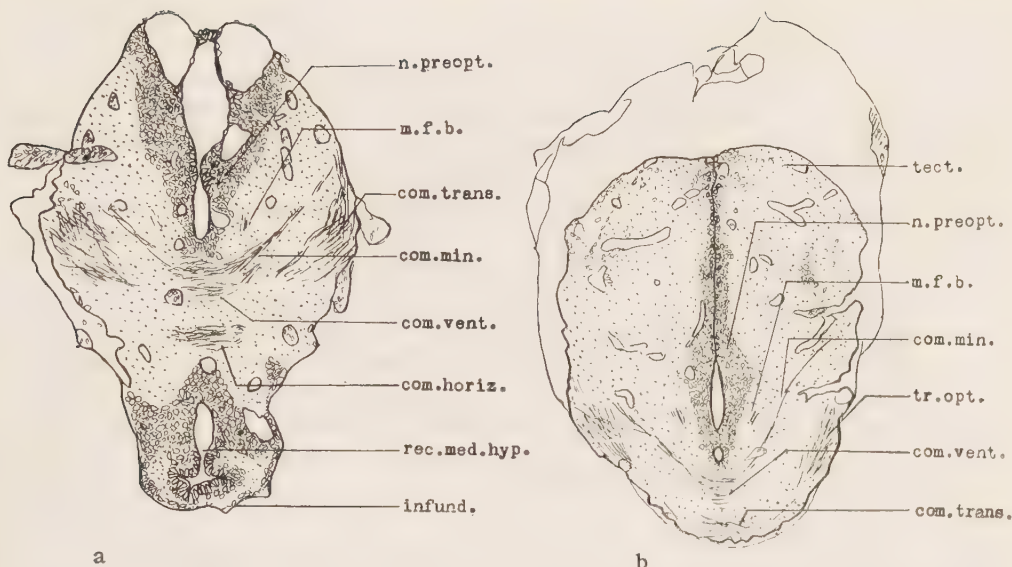


Fig. 11. Transverse sections through the caudal end of the diencephalon.
a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$.
b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$.

Accordingly, it is not necessary to add to the description made in usual teleostean brains.

c. Commissura minor

In *Cyclothone* and *Gonostoma*, it is very well-developed. After decussating it runs abruptly obliquely toward dorsal and almost all of its fibers end into the corpus geniculatum lateralis (fig. 11a, b). It is also found in *Coryphaenoides* as seen in the common teleosts (fig. 8c). However, it is worth while to notice that in such deep sea fishes of small size the commissura minor is especially large.

Contrary to this, Shanklin (1935) holds an opinion that it is a tectal commissure, because "it is especially well-developed in fish with a large optic tectum (i.e., *Diaphus*) and it is poorly developed in fish with a small optic tectum (i.e., *Bathypterois*)." (p. 393). However, according to his illustration of the commissura minor in *Bathypterois* (fig. 14), it does not seem to be small when compared with that found in common teleosts

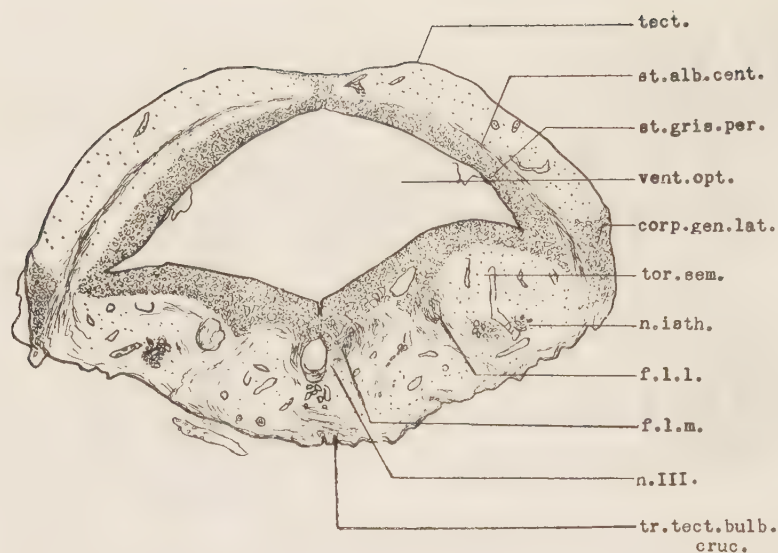
d. Commissure posterior

In *Cyclothone* and *Gonostoma* this commissure is not well-developed, while in *Coryphaenoides* it shows a normal development (fig. 9c). Accordingly, it is supposed that this commissure mostly relates to the optic function. The nucleus of the commissure posterior in *Coryphaenoides* is comparatively large, but in *Cyclothone* and *Gonostoma* it is not so clear as to be identified.

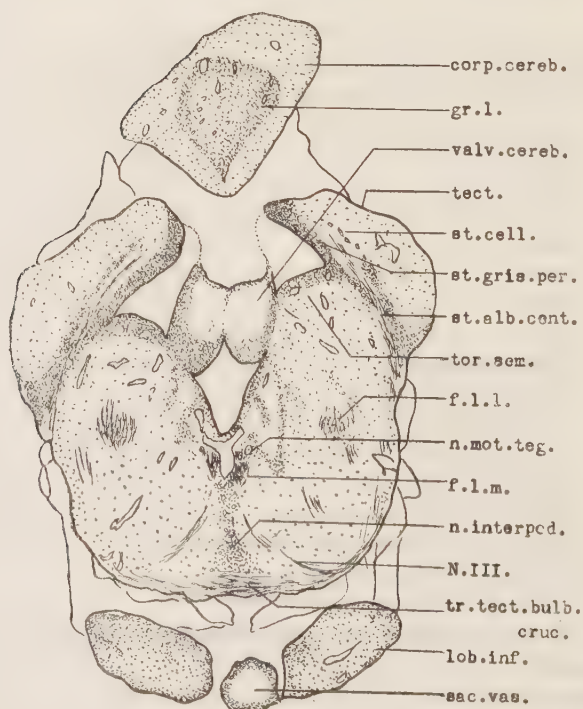
3. MESENCEPHALON

1) Tectum opticum

In the three deep sea fishes the structure of the tectum opticum differs each other. In *Cyclothone* which possesses atrophied eyes the tectum is the smallest. As shown in fig. 9a and fig. 12a, in this fish, the superficial layer is thickest among the tectum, but there are only very few cells scattered in this layer. In this layer also the fibers run very scarcely. In the deeper part of this layer there is a thin stratum consisted of fibers, internally of whose layer



a



b

Fig. 12. Transverse sections through the caudal part of the optic tectum.

a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$.

b, *Gonostoma rit'ogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$.

there is a thin ependymal layer which faces to the midbrain ventricle. Among the thick cell layers there are only few optic fibers penetrating.

The structure of the tectum in *Gonostoma* (fig. 10a, fig. 12b) is principally similar to that of *Cyclothone* excepting that in the superficial layer the fibers are a little more stratified than in *Cyclothone* and there exists one celled layer, though not clear, between the fiber stratum and the superficial layer. In *Coryphaenoides*, the tectum (fig. 9c, fig. 10b) is not different from that of the usual teleosts. Although the structural pattern of the tectum in *Cyclothone* and *Gonostoma* is alike to that of *Bathypterois* (Shanklin, 1935), it is much more inferior than in the latter in its development. Furthermore, the optic tectum in *Cyclothone* seems to be a little more poorly differentiated than that of the blind cave fishes examined by Charlton (1933). As will be stated later, it is a characteristic feature that the tectum in *Cyclothone* and *Gonostoma* is very small, while the torus semicircularis is enormously large. In this connection, however, it must be noted that Marshall (1955) remarks that the eye in *Cyclothone microdon* is sensitive in the darker reaches of the ocean twilight (p. 224).

2) Torus longitudinalis

In *Cyclothone* the torus longitudinalis is completely lacking (fig. 9a, fig. 12a). In *Gonostoma* it is relatively well-developed but does not exhibit a paired structure (fig. 9b, fig. 10a). The periphery of its structure is formed by the cells and the inside is of synaptic layer. In *Coryphaenoides* also it is large (fig. 9c, fig. 10b). In the rostral part it is unpaired but in the caudal it becomes paired. It is in contact with the tegmental area at the level of the posterior commissure (fig. 9c).

Shanklin (1935) in *Bathypterois* and Gierse (1904) in *Cyclothone* describe that the torus longitudinalis is lacking. In the blind fish, however, Charlton (1933) points out the presence of the torus. These facts suggest that the torus longitudinalis is related not only to the optic function, but also to other unknown function.

3) Torus semicircularis

In all three of these fishes the torus semicircularis is enormously well-developed. In *Cyclothone* (fig. 12a) and *Gonostoma* (fig. 10a, fig. 12b), the cellular layer of the torus is contiguous with that of the tectum in its rostral part (fig. 12a). In its caudal part the tori on the both sides extend laterally of the cerebellum (fig. 13a, b). Due to the greatest development of the torus, the fasciculus longitudinalis lateralis becomes very large. Although in *Coryphaenoides* the torus semicircularis develops very well as stated above (fig. 10b), the caudal part of the torus does not extend so laterally toward the cerebellum as is in *Cyclothone* and *Gonostoma*.

Our finding concerning the torus semicircularis agrees fully with that of Shanklin (1935). Accordingly, that the torus semicircularis is highly developed in deep sea fishes should be an established fact.

4) Nucleus interpeduncularis

In all three of the deep sea fishes the nucleus interpeduncularis exhibits a distinct structure in the usual place. In *Cyclothone* it occupies a relatively extensive area, but there are not many nerve cells within it (fig. 13a). In *Gonostoma* it shows a highest degree of development within which many cells are scattered (fig. 13b). In *Coryphaenoides* it is of a normal development.

4. CEREBELLUM

The cerebellum both in *Cyclothone* and *Gonostoma* is quite large. The inner

structure of the cerebellum is very different from those of common teleosts. The corpus cerebelli is composed of small cells in which they aggregate densely. It appears to correspond to the so-called granular layer of the cerebellum (fig. 13a, b, fig. 14a, b). The lateral protuberance of the cerebellum forming an auricle is also made up of many small cells. It may correspond to the eminentia granularis. Internally of the small cell group of the eminentia granularis there are irregularly scattered large cells which may be equivalent

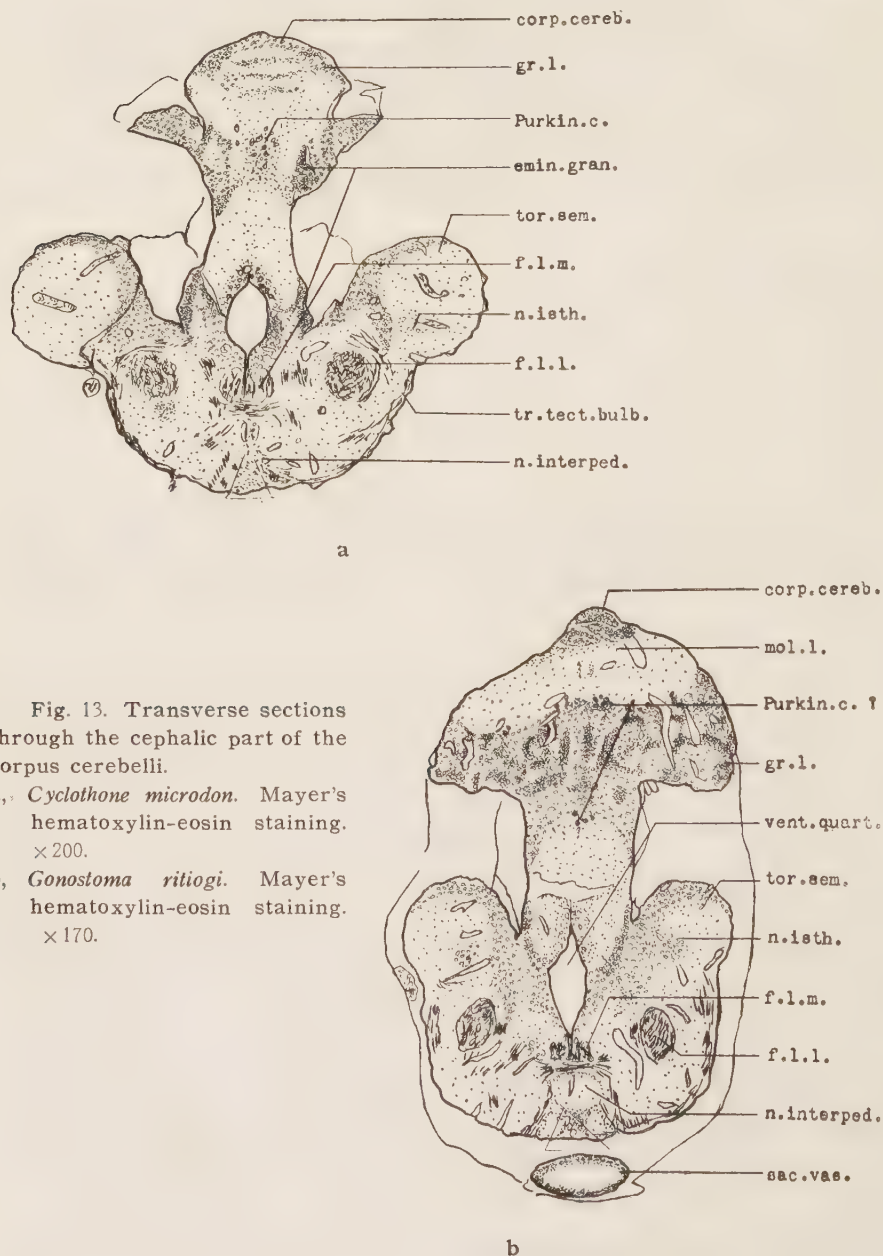


Fig. 13. Transverse sections through the cephalic part of the corpus cerebelli.

a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$.

b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$.

to the Purkinje cells. However, in the surface of the granular layer there are no large cells at all. In the caudal portion of the eminentia granularis the lateral line nerve is penetrating.

In *Cyclothone* the part corresponding to the valvula cerebelli is hardly detectable, but in *Gonostoma* it is relatively well-developed. Shanklin (1935) illustrated in his figures a somewhat well-developed valvula cerebelli in the deep sea fishes, that is, *Diaphs*, *Bathypterois* and *Saurida*. In *Coryphaenoides* the valvula cerebelli and corpus cerebelli are both well-developed. The corpus cerebelli extend dorso-caudally as seen in fig. 15 and fig. 16. The internal structure is not so different as in the common teleosts.

5. MEDULLA OBLONGATA

Since the medulla oblongata in the three deep sea fishes studied does not in principle differ from those in the common teleosts, only important findings will be described as follows:

1) Somatic sensory system

Although a part of the sensory V nerve ends in a somatic sensory area in the medulla oblongata, in *Coryphaenoides* this area is very well-developed and the

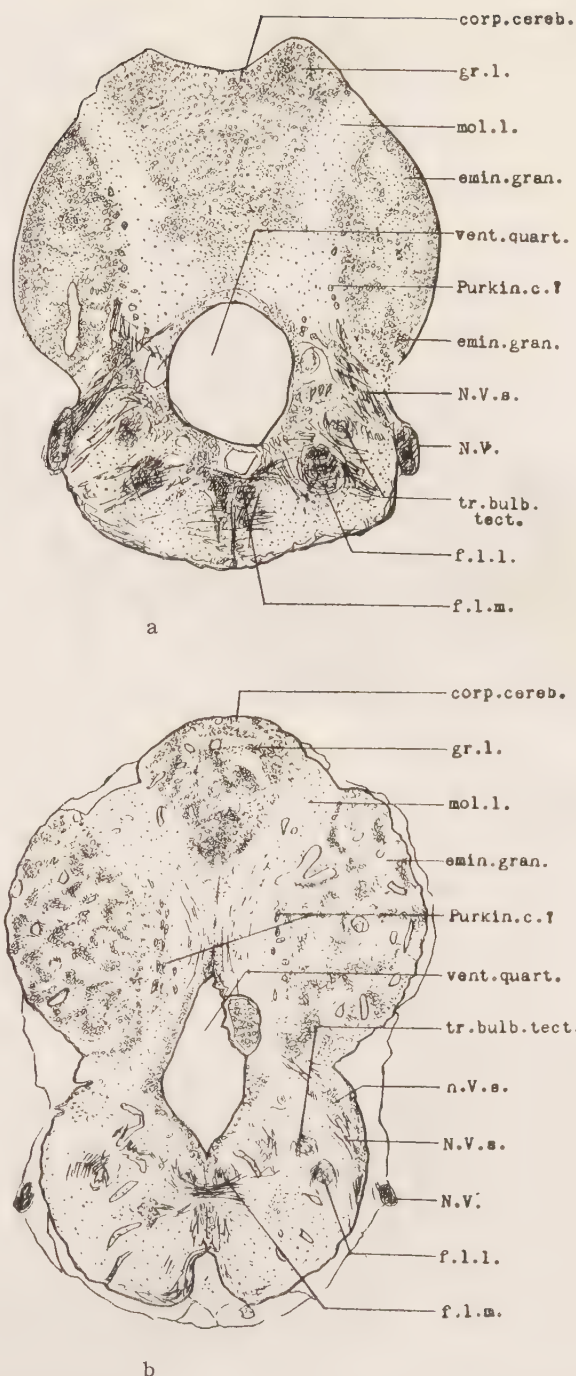


Fig. 14. Transverse sections through the middle part of the corpus cerebelli. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonbstoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$.

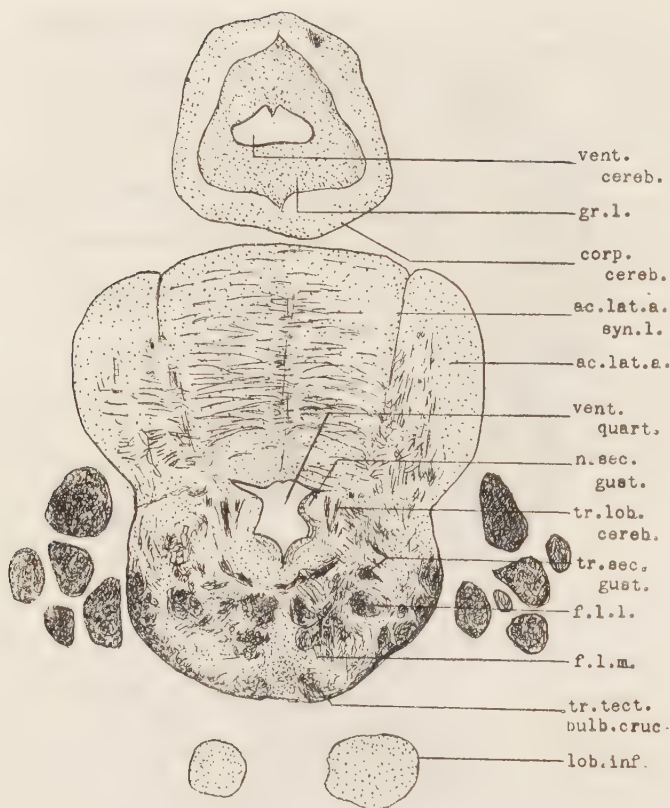


Fig. 15. Transverse section through the caudal end of the cerebellum. *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

Among the somatic sensory system, the acoustico-lateralis system is highly developed in the three deep sea fishes examined. Main roots belonging to this system, VIII nerve and lateral nerve, after their entrance into the brain, run rostrally and end at the acoustico-lateralis area and the eminentia granularis of the cerebellum.

Considering them in proportion with the

tractus V spinalis is also large (fig. 15).

The somatic sensory area of the Vth nerve in *Coryphaenoides* begins to appear at the caudal end of the tuberculum acusticum and extends dorsally forming the Vth sensory lobe which is connected with the acoustico-lateralis area.

As shown in figs. 17 a and b, in *Cyclothone* and *Gonostoma* the Vth sensory area is so typical that it is composed of a large number of cells. Especially in the former it is conspicuous. In these specimens, the Vth sensory area is intimately related with the synaptic layer of the acoustico-lateralis area.

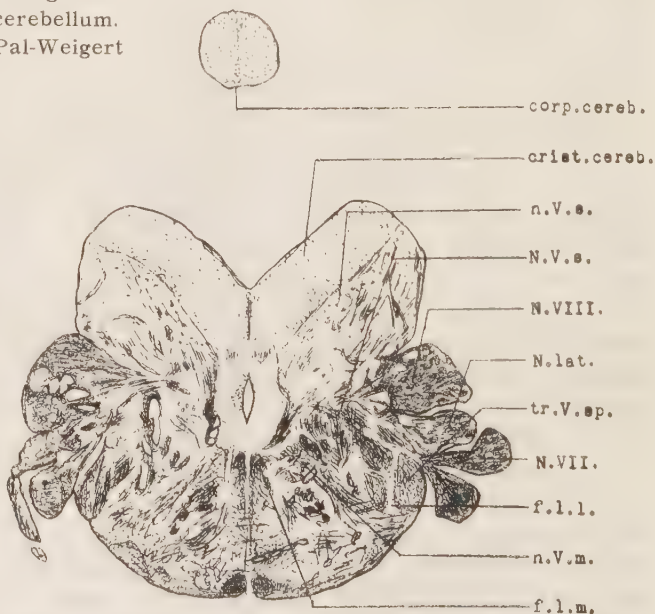


Fig. 16. Transverse section through the region of the entrance of the VIII nerve. *Coryphaenoides acrolepis*. pal-weight staining. $\times 10$.

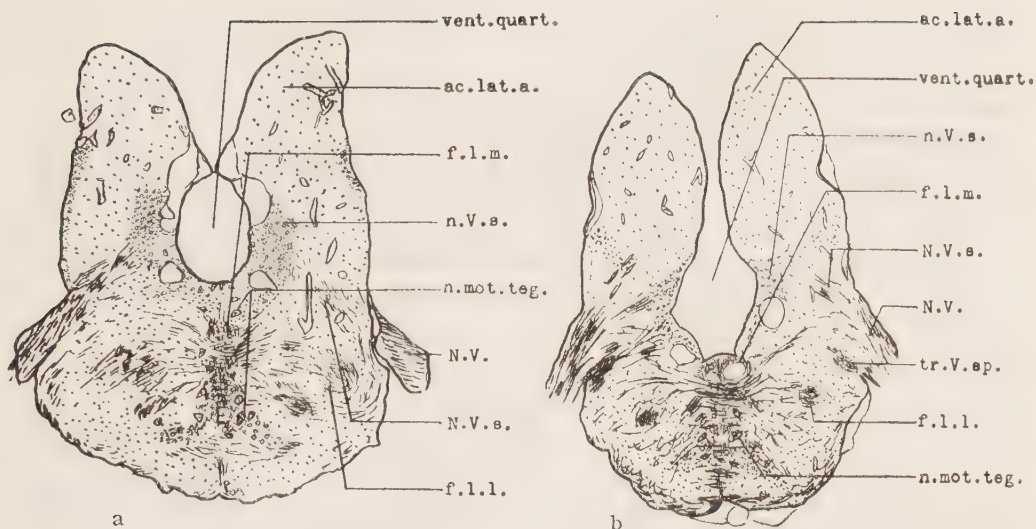


Fig. 17. Transverse sections through the anterior region of the acoustico-lateralis area. a, Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$.

size of the brain, *Cyclothone* is the largest in development of the eminentia granularis and the acoustico-lateralis area, and the next is *Gonostoma* and finally *Coryphaenoides*.

2) Visceral sensory system

As the sensory areas belonging to this system in the medulla, we consider

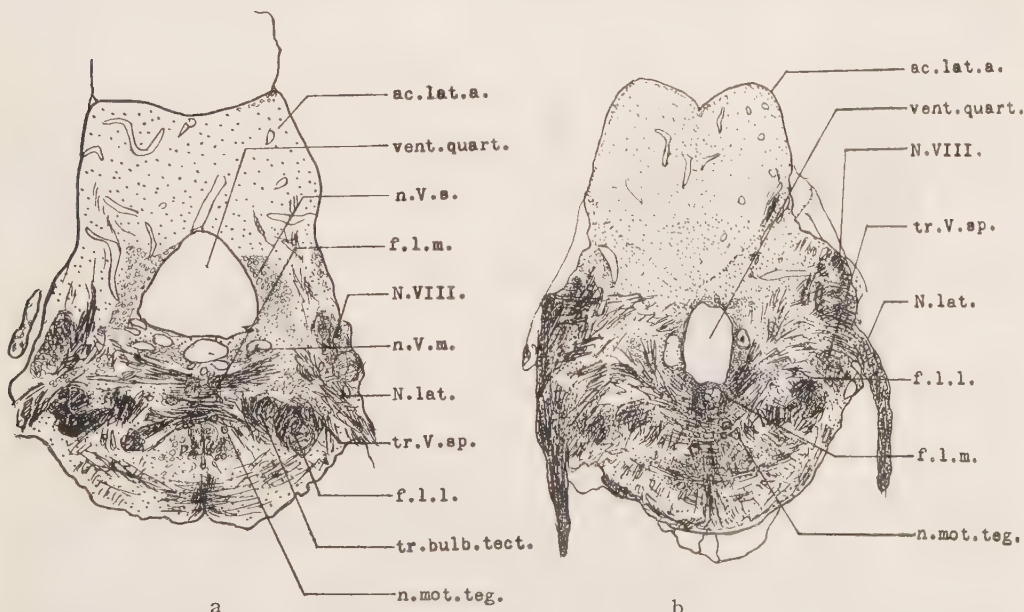


Fig. 18. Transverse sections through the acoustico-lateralis area several sections caudal to fig. 17. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxyline-eosin staining. $\times 170$.

those of VII, IX and X sensory roots. In *Coryphaenoides*, in spite of possessing the barbels, the facial area appears not to be so prominently well-developed. The VII sensory root is not so large. At about the caudal end of the V sensory lobe, the VIII sensory root enters the medulla. It descends caudally so far as the facial areas make their appearance on both sides of the IV ventricle. The facial areas on both sides do not come into contact with each other. Near the caudal end of the facial area the relatively large vagal lobes on both sides appear dorso-laterally of the facial areas. The vagal lobe receives rootlets of the IX and X sensory nerves as usual. The so-called secondary gustatory tract which emerges from the vagal and facial areas ascends rostrally to end at the nucleus secondary gustatory, being in close contact with the fasciculus longitudinalis lateralis. In this connection, an additional remark will be made that the tertiary gustatory tract which departs

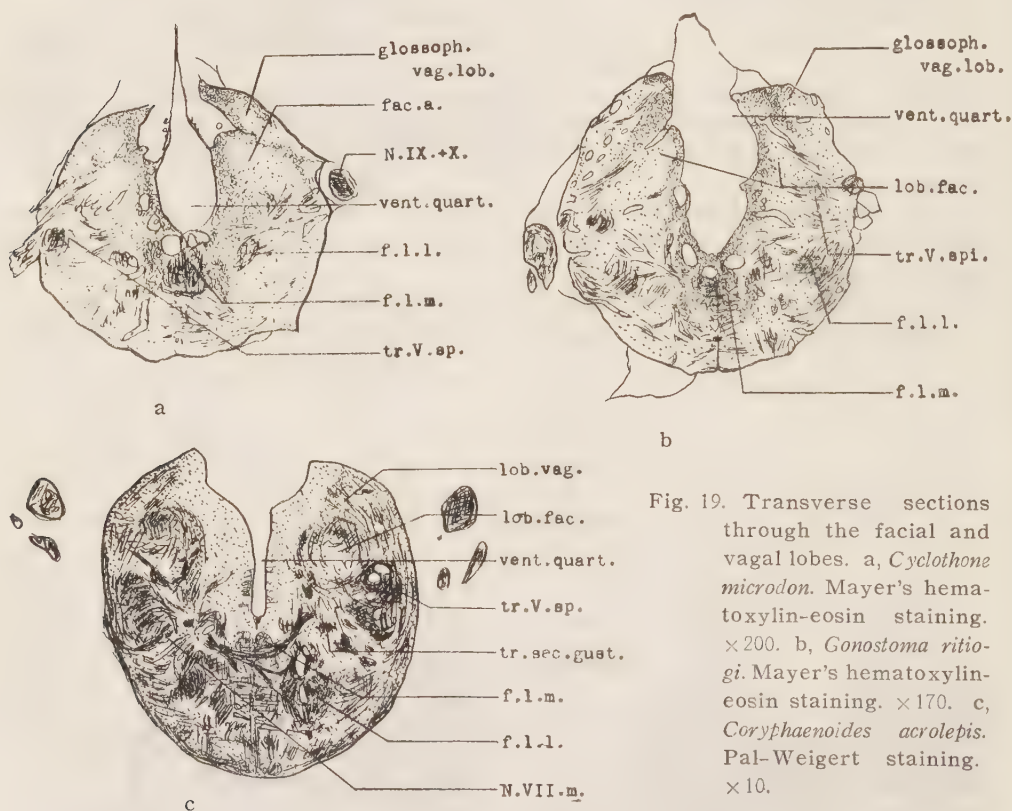


Fig. 19. Transverse sections through the facial and vagal lobes. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritio-gi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$. c, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

from the nucleus secondary gustatory is traceable to the inferior lobe. In this fish, it may be said that the gustatory system mentioned above exhibits morphologically a normal development.

The facial area in *Cyclothone* and *Gonostoma* is present as is in *Coryphaenoides*, but it is very small. The vagal lobe is not well-developed too. In our preparations, it was impossible to identify the secondary gustatory tract and its nucleus very clearly.

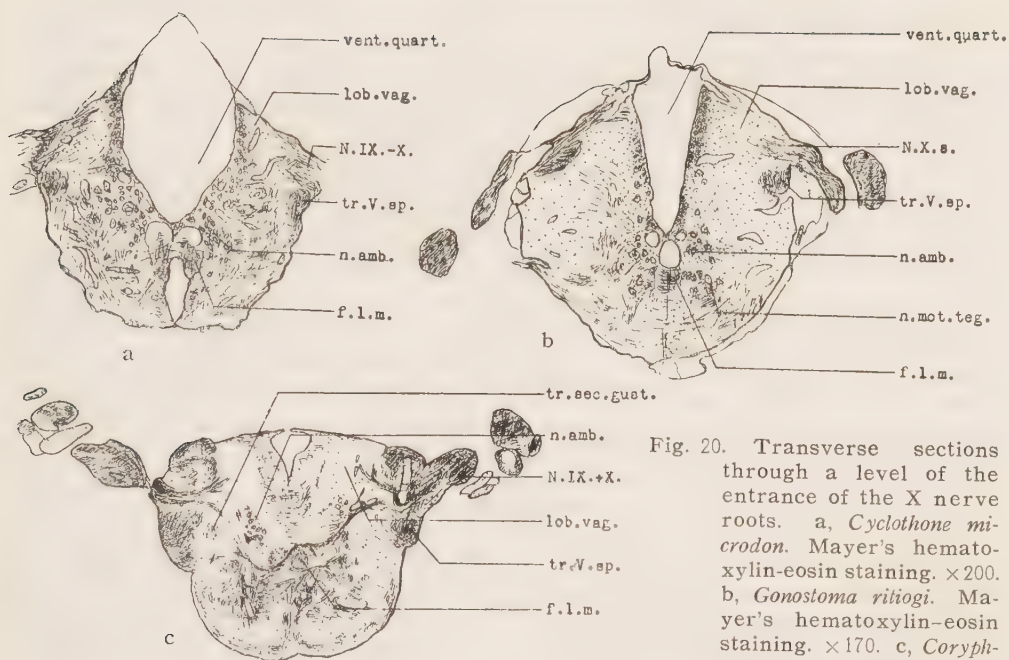


Fig. 20. Transverse sections through a level of the entrance of the X nerve roots. a, *Cyclothone microdon*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 200$. b, *Gonostoma ritiogi*. Mayer's hematoxylin-eosin staining. $\times 170$. c, *Coryphaenoides acrolepis*. Pal-Weigert staining. $\times 10$.

3) Visceral motor system

Almost all of the fibers of the motor elements of the V roots in the three deep sea fishes end at the Vth motor nucleus which is situated at the dorso-lateral position of the fasciculus longitudinalis medialis and is composed of large cells.

In *Coryphaenoides* and *Gonostoma* this nucleus is under normal development, but in *Cyclothone* is considerably poor in development.

The motor nucleus of VII root in the three deep sea fishes is situated at a latero-ventral position of the fasciculus longitudinalis medialis. In *Cyclothone* and *Gonostoma* it is relatively well-developed, but in *Coryphaenoides* is not unusual.

Nucleus ambiguus in *Cyclothone* and *Gonostoma* is very well-developed in the same position as seen in the common teleosts. In *Coryphaenoides* it is normally developed.

4) Somatic motor system

There is very few to be added here about the somatic motor system as compared with that typical for the common teleosts. Except those in *Coryphaenoides*, all of the nerves of the eye muscles are exceedingly small and their nuclei are so poorly developed that one cannot indicate them, especially in *Cyclothone* in which IV and VI nerves are lacking. Charlton (1933) in blind cave fishes finds that the III, IV, and VI nerves and their nuclei are absent.

In this connection, observation upon the fasciculus longitudinalis medialis will be noted briefly. In *Cyclothone* and *Gonostoma* this fasciculus begins to be formed in the mesencephalic tegmentum in a usual way. Being consisted mostly of those fibers coming from the tectum, cerebellum, acoustico-lateralis area, and other bulbar correlation centers, it is relatively large. However,

the nucleus of this fasciculus was not identified in those fishes.

In *Coryphaenoides* this fasciculus is well differentiated and its nucleus is identified. The giant axonal fiber of the Mauthner cell is found to locate in a dorsal portion of this fasciculus in this fish, but in *Cyclothone* and *Gonostoma* it is not possible to detect it in our preparations.

Concerning the large cells of the so-called reticular formation or the motor tegmental nuclei the following will be noted. Although in *Coryphaenoides* there is no need to add excepting that the structure in question is much more highly developed than in the common teleosts. In *Cyclothone* and *Gonostoma*, there are a larger number of large cells scattered throughout the mesencephalic tegmentum and the bulbar region. These large cells belong to the Müller cells in type. They are mostly distributed in the more dorsal portion and around the fasciculus longitudinalis medialis, but rarely in the ventral portion. In these fishes, this system is hardly divided into several nuclei as is made in other teleosts brain (refer to Tuge, 1932).

SUMMARY

General features concerning the three deep sea fishes studied may be pointed out as follows: *Coryphaenoides* has a large eye, a moderately well-developed acoustico-lateralis system. *Gonostoma* has a small eye, a well-developed olfactory organ and a very well-developed acoustico-lateralis system. *Cyclothone* has an atrophied eye, a well-developed olfactory organ and a very well-developed acoustico-lateralis system.

In *Cyclothone*, the palaeostriatal area in the forebrain is lacking, but in *Gonostoma* there is found only a precursor of such structure. In *Coryphaenoides*, it shows the features similar to that in common teleosts. Therefore, the lateral forebrain bundle is very developed in *Cyclothone* and *Gonostoma*, but moderately well-developed in *Coryphaenoides*.

In *Cyclothone* and *Gonostoma*, the habenular nucleus is very well-developed as well as the nucleus preopticus. Also, the fact that the nucleus geniculatum lateralis is well-developed in spite of an atrophied or small eyes suggests that it is not related exclusively to the optic system. The above structures are moderately differentiated in *Coryphaenoides*. However, rotundic nuclei components, especially nucleus rotundus proper, are exceedingly reduced in all of these deep sea fishes, despite that they have relatively large lobi inferiores.

Commissure transversa is rather large in these deep sea fishes. This coincides with that the torus semicircularis is enormously well-developed, particularly in *Cyclothone* and *Gonostoma*. The commissura minor is also well-developed in *Cyclothone* and *Gonostoma*.

In all of the deep sea fishes the hypophysis is very large. The saccus vasculosus is very well-developed in *Cyclothone* and *Coryphaenoides*, but rather poorly developed in *Gonostoma*.

The development of the optic tectum is very poor in *Cyclothone* and *Gonostoma*, revealing a similarity to that of the blind cave fishes. In *Coryphaenoides*, on the contrary, it is well arranged in its cellular and fibrous layers as in common fishes.

In *Cyclothone* the torus longitudinalis is completely absent differing from the other deep sea fishes studied.

Nucleus interpeduncularis is very well-developed in *Cyclothone* and *Gonostoma*.

The cerebellum in *Coryphaenoides* is quite large, possessing a part of the protruded valvula cerebelli, and its internal structure is not different from common teleosts. But, the structure of the cerebellum is peculiar in *Cyclothone* and *Gonostoma*. The granular cell layer of the corpus cerebelli is so enormously developed that it extends to the surface of the latter and is connected with the large area of the eminentia granularis. Large cells are very irregularly scattered within the molecular layer. These cells may be homologous with the Purkinje cells.

In the three deep sea fishes, the acoustico-lateralis area is conspicuously well-developed, as well as the sensory Vth nucleus. Development of these structures in the medulla may characterize the unusual behavior of the deep sea fishes.

The visceral sensory areas are not well-developed as compared with common teleost. In spite that *Coryphaenoides* possesses a pair of barbels, the facial area is not so large as in other teleosts with barbels. The secondary gustatory nucleus is not distinctly differentiated in *Cyclothone* and *Gonostoma*, but it is normally developed in *Coryphaenoides*, from which nucleus the tertiary gustatory tract is traceable toward the hypothalamus.

Nothing new has been found in the medulla of the deep sea fishes except what was described above in comparison with the common teleostean brain.

LITERATURE CITED

- CHARLTON, H. H. (1933). The optic tectum and its related fiber tracts in blind fishes. *A. Troglichthys rosae* and *Typhlichthys eigenmanni*. *J. Comp. Neurol.*, 57, 2, 285-325.
- DAMMERMAN, K. W. (1910). Der Saccus vasculosus der Fische, ein Tiefeorgan. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool.*, 96, 654.
- GIERSE, A. F. (1904). Das Gehirn und die Kopfnerven von *Cyclothone acclinideus*. *Inaugural Dissertation*. Leipzig. (Cited from Shanklin 1935).
- HERRICK, C. J. (1899). The cranial and first spinal nerves of *Menidia*. A contribution upon the nerve components of the bony fishes. *J. Comp. Neurol.*, 2, 157-455.
- KAPPERS, C. U. A., G. C. HUBER and E. C. CROSBY (1936). *The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates, including Man*. I & II. The MacMillan Co., N. Y.
- MARSHALL, N. B. (1955). *Aspects of deep sea biology*. Hutchinson, London 380pp.
- SHANKLIN, W. M. (1935). On diencephalic and mesencephalic nuclei and fibre paths in the brains of three deep sea fish. *Phil. Tr. Roy. Soc. Lon.*, ser. B, no. 516, 224, 361-419.
- SHELDON, R. E. (1912). The olfactory tracts and centers in teleosts. *J. Comp. Neurol.*, 22, 176-339.
- TROJAN, E. (1906). Ein Beitrag zur Morphologie des Tiefseefischgehirnes. *Mem. Mus. Comp. Zool., Harvard*, 30, 215.
- TUGE, H. (1929). The fibre tracts of the cerebrum of *Carassius auratus* (L.). *Sci. Rep. Tohoku Univ., Biol.*, 4, 3, 481-520.
- TUGE, H. (1932). Somatic motor mechanisms in the midbrain and medulla oblongata of *Chrysemys elegans* (Wied). *J. Comp. Neurol.*, 55, 185-271.
- Van de Kamer, J. C., and Verhagen, T. G. 1954 The cytology of the neurohypophysis, the saccus vasculosus and the resseus posterior in *Scylliorhinus caniculus*. *Proc. Acad. Sci. Amsterdam C* 57, 3, 358-364.

ABBREVIATIONS

<i>ac. lat. a.</i>	acoustico-lateralis area
<i>bulb. olf.</i>	bulbus olfactorius
<i>ch. opt.</i>	chiasma opticum
<i>com. ant.</i>	commissura anterior

<i>com. hav.</i>	commissura habenularum
<i>com. horiz.</i>	commissura horizontalis
<i>com. min.</i>	commissura minor
<i>com. post. d.</i>	commissura posterior pars dorsalis
<i>com. post. v.</i>	commissura posterior pars ventralis
<i>com. trans.</i>	commissura transversa
<i>com. vent.</i>	commissura ventralis
<i>corp. cereb.</i>	corpus cerebelli
<i>corp. gen. lat.</i>	corpus geniculatum lateralis
<i>cm n. gran.</i>	eminentia granularis
<i>epiphy.</i>	epiphysis
<i>fac. a.</i>	facial area
<i>f. l. l.</i>	fasciculus longitudinalis lateralis
<i>f. l. m.</i>	fasciculus longitudinalis medialis
<i>f. retro.</i>	fasciculus retroflexus
<i>fis. end.</i>	fissura endorhinalis
<i>fov. nerv. oc.</i>	fovea nervi oculomotorii
<i>glossoph. vag. lob.</i>	glossopharyngo-vagal lobe
<i>gr. l.</i>	granular layer
<i>hyp.</i>	hypophysis
<i>infund.</i>	infundibulum
<i>lob. fac.</i>	lobus facialis
<i>lob. inf.</i>	lobus inferior
<i>lob. lat.</i>	lobus lateralis
<i>lob. med.</i>	lobus medialis
<i>lob. olf.</i>	lobus olfactorius
<i>lob. vag.</i>	lobus vagi
<i>l. f. b.</i>	lateral forebrain bundle
<i>m. f. b.</i>	medial forebrain bundle
<i>med. ob.</i>	medulla oblongata
<i>med. sp.</i>	medulla spinalis
<i>mol. l.</i>	molecular layer
<i>N. III.</i>	nerve III
<i>N. V.</i>	nerve V
<i>N. V. m.</i>	nerve V motor
<i>N. V. s.</i>	nerve V sensory
<i>N. VII.</i>	nerve VII
<i>N. VIII.</i>	nerve VIII
<i>N. IX. + X.</i>	nerve IX + nerve X
<i>N. olf.</i>	nerve olfactorius
<i>N. lat.</i>	nerve lateralis
<i>n. V. m.</i>	nucleus V motor
<i>n. V. s.</i>	nucleus V sensory
<i>n. amb.</i>	nucleus ambiguus
<i>n. hav.</i>	nucleus habenularis
<i>n. isth.</i>	nucleus isthmi
<i>n. interped.</i>	nucleus interpeduncularis
<i>n. mot. teg.</i>	nucleus motorius tegmenti
<i>n. olf. dor.</i>	nucleus olfactorius dorsalis
<i>n. olf. lat.</i>	nucleus olfactorius lateralis
<i>n. precom.</i>	nucleus precommissuralis
<i>n. pretect.</i>	nucleus pretectalis
<i>n. rot.</i>	nucleus rotundus
<i>n. sec. gust.</i>	nucleus of secondary ascending gustatory tract
<i>n. subrot.</i>	nucleus subrotundus
<i>palaeost.</i>	palaeostriatum
<i>paraphy.</i>	paraphysis
<i>Purkin. c.</i>	Purkinje cell
<i>rec. lat.</i>	recessus lateralis
<i>rec. med. hyp.</i>	recessus medialis hypothalami
<i>sac. vas.</i>	saccus vasculosus

<i>st. alb. cent.</i>	stratum album centrale
<i>st. cell.</i>	stratum cellulare
<i>st. fib. et gris. sup.</i>	stratum fibrosum et griseum superficiale
<i>st. gris. per.</i>	stratum griseum periventriculare
<i>sul. yps.</i>	sulcus ypsiliformis
<i>tect.</i>	tectum
<i>tor. lat.</i>	torus lateralis
<i>tor. long.</i>	torus longitudinalis
<i>tr. V. sp.</i>	tractus V-spinalis
<i>tr. bulb. tect.</i>	tractus bulbo-tectalis
<i>tr. hab.</i>	tractus habenularum
<i>tr. mes. cereb.</i>	tractus mesencephalo-cerebellaris
<i>tr. olf.</i>	tractus olfactorius
<i>tr. opt.</i>	tractus opticus
<i>tr. sac. vas.</i>	tractus sacci vasculosi
<i>tr. sec. gust.</i>	tractus secondary gustatory
<i>tr. str. thal.</i>	tractus strio-thalamicus
<i>tr. tect. bulb.</i>	tractus tecto-bulbalis
<i>tr. tect. bulb. cruc.</i>	tractus tecto-bulbalis cruciatus
<i>valv. cereb.</i>	valvula cerebelli
<i>vent. cereb.</i>	ventriculus cerebelli
<i>vent. opt.</i>	ventriculus opticus
<i>vent. quart.</i>	ventriculus quartus

深海魚 (*Cyclothone microdon*, *Gonostoma ritiogi*, *Coryphaenoides acrolepis*) の脳の研究

柘 植 秀 臣¹・島 村 初 太 郎

摘 要

深海魚の脳に関する研究は極めて少いが、深海魚の生態を知る上において、これらの脳の構造を解明することは非常に有意義である。ソ連調査船ビジャス号によつて捕獲された下記深海魚3種の脳の外部並びに内部構造の検索を行つた。(1) *Cyclothone microdon*; (2) *Gonostoma ritiogi*; (3) *Coryphaenoides acrolepis*。

Coryphaenoides は大きな眼、中程度に発達した嗅覚器、よく発達した聴側線系を具え、*Gonostoma* は小さい眼、よく発達した嗅覚器と非常によく発達した聴側線系をもち、*Cyclothone* は退化した眼、よく発達した嗅覚器、非常によく発達した聴側線系をもっている。

Cyclothone では、大脳の *palaeostriatum* に相当する領域は欠如し、*Gonostoma* では未発達の *palaeostriatum* が見られる。従つて、両者では *lateral forebrain bundle* は極めて未発達である。*Coryphaenoides* では *palaeostriatum* は一般の硬骨魚程度に発達している。

Cyclothone と *Gonostoma* の *nucl. habenularis* はよく発達している。また、眼の発達が悪いにも拘らず、外側膝状核はよく発達している。*Coryphaenoides* では、以上の核は普通程度の発達である。しかし、*nucl. rotundus* 並びにそれに関連する核群は、深海魚において極めて発達が悪い。*lobus inferiores* は比較的大きい。

Commissura transversa は深海魚では比較的良好に発達しているが、これは *torus semicircularis* の異常な発達と一致している。*Cyclothone* と *Gonostoma* では、*commissure minor* はよく発達している。

これらすべての深海魚で脳下垂体は非常に大きく、また *Coryphaenoides* と *Cyclothone* では血脈囊もよく発達しているが *Gonostoma* では発達がよくない。

Cyclothone と *Gonostoma* の視葉の内部構造は極めて単純で、洞穴に棲む盲目魚のそれに似ている。しかし、*Coryphaenoides* では、視葉の層的構造は通常の硬骨魚に等しい。

Torus longitudinalis は、*Cyclothone* では欠如しているが、他の2種では存在する。*Cyclothone* と *Gonostoma* では、*nucl. interpeduncularis* が非常によく発達している。

Coryphaenoides の小脳は大きいが、内部構造は普通の硬骨魚と異なる。しかし、*Cyclothone* と *Gonostoma* の小脳は特殊であり、*Purkinje* 細胞と見做される大細胞が存在するが、それらは極めて不規則に散在している。

すべての深海魚で、聴側線領域は極度に発達している。また、感覚性第五脳神経核は著しく発達している。これらは延髄における深海魚の特長を示すものと考えられる。

深海魚では、延髄中の臓器的感覚領域は一般硬骨魚に比し発達が劣っている。*Coryphaenoides* は、1対のヒゲをもつにも拘らず、顔面葉はよく発達してない。第2次味覚中枢は、*Coryphaenoides* では中程度であるが、*Cyclothone* と *Gonostoma* では、未発達である。*Coryphaenoides* では、第3次味覚路が視丘下部に走行することも確認された。深海魚の延髄においては、上述の点以外には他の一般硬骨魚と異なる特長を見出しえなかつた。

Studies of the Conditioned Reflex in the Lower Vertebrates

VIII. Conditioned Inhibition in Gold-Fish and Angel Fish

BY

HIDEOMI TUGE¹, YUKITAKA KANAYAMA²

AND HIROSHI YAMAGISHI²

It is the established fact that the fish is capable of differentiation although its internal inhibition is not so well developed as in higher forms. In like manner, it is not without interest to find out that to what extent the synthetic function of higher nervous activity is developed in fishes which show, to a certain extent, the presence of analytic function.

To examine this in fishes, a certain number of workers have studied on the conditioned reflex, either positive or negative, by applying complex stimuli. Among them, Vedyayev (1956) and Tagiev (1957, 1958) found that the analytico-synthetic function is very inferior in fishes. Prazdnikova (1953a, 1955) observed that the conditioned inhibition is possible to be formed, but it is very difficult when complex stimuli are applied in a successive order in fishes. In view of comparative physiology of the higher nervous activity, Voronin (1953) concluded that the possibility of formation of conditioned inhibition by applications of chain-like stimuli depends upon the phylogenetic level of animals.

In the present paper, we intended to ascertain the possibility of conditioned inhibition and then to clarify the mechanism involved in fishes.

MATERIALS AND METHOD

For the present study were used six gold-fish and two angel fish (*Pterophylum eimekei*). The aquarium for the experimentation was 19×35×27 cm.

In order to elaborate the food motor conditioned reflex, the food-getting method by Prazdnikova (1953) was used similar to that used in our previous study (Tuge, Kanayama and Ochiai, 1956). A bead tied by a fine thread was hung down in the aquarium. At first, the fishes were trained so as to pull the bead by their mouth whenever bait was furnished. After this combination became stable, a white light, 2 c.p. was introduced as a conditioned stimulus from the outside of the aquarium. As the complex stimuli, bubbling

1 Biological and Physiological Laboratory, Hosei University, Tokyo and Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata.

2 Biological and Physiological Laboratory, Hosei University, Tokyo.

and light were employed. The bubbling as an additional agent was applied by blowing out the air from the air-stone fixed at the end of a glass tube that was led into the aquarium near the place where the bait was given. Before the experimentation, the orienting reaction of the fish to either light or bubbling was extinguished.

Pecking of the bead, food-eating, introduction of light and bubbling were registered on a kimograph, respectively.

The experiment was made in the following seasons: gold-fish no. 151, from November to January; gold-fish no. 153, no. 154 and no. 156, from August to December; gold-fish no. 159 and no. 160, from July to September; angel fish no. 115 and no. 117, from February to May.

RESULT OF OBSERVATIONS

In both the gold-fish and the angel fish employed for the experimentation of conditioned inhibition, the food motor conditioned reflex to a light was elaborated, being practically equal in the rate of its elaboration in both species, namely, 10 to 30 combinations.

As a first series of experiments, in the fish, in which the food motor conditioned reflex had been elaborated, was applied the simultaneous conditioned inhibitive stimuli (bubbling and light). As the second series, those in which the conditioned inhibition had been successfully established were subjected to the application of consecutive conditioned inhibitive stimuli. Finally, some of them succeeded in the formation of consecutive conditioned inhibition, were tested by one chain of stimuli with 5-second intervals between each stimulus, and the other with 10-second intervals.

I. Simultaneous application of a conditioned inhibitive agent and a positive stimulus

In order to examine the possibility of formation of conditioned inhibition, bubbling and light were applied simultaneously for 20 seconds as an inhibitor. In both the gold-fish and the angel fish, the conditioned inhibition of this kind was established. The rate of formation of conditioned inhibition is shown in Table 1 and 2.

Table 1. Speed of formation of a conditioned inhibition when the two stimuli were applied simultaneously

No. of animals	Number of applications of simultaneous conditioned inhibitive stimuli		
	Weak formation of conditioned inhibition	Stable formation of conditioned inhibition	Total number of applications
Gold-fish no. 151	18	30	42
Gold-fish no. 153	30	72	167
Gold-fish no. 154	2	2	36
Gold-fish no. 156	20	—	147
Gold-fish no. 159	14	84	111
Gold-fish no. 160	2	2	15
Angel fish no. 115	34	76	106
Angel fish no. 117	17	41	59

Table 2. Result of formation of a conditioned inhibition at various applications of complex stimuli

No. of animals	Simultaneous applications of complex stimuli	Consecutive applications of complex stimuli without intermission	Consecutive applications of complex stimuli with 5-sec. intervals	Consecutive applications of complex stimuli with 10-sec. intervals
Gold-fish no. 151	++ (42)	++ (72)		— (54)
Gold-fish no. 153	+++ (167)	+++ (66)		— (65)
Gold-fish no. 154	+++ (36)	+++ (18)		— (66)
Gold-fish no. 156	± (147)	± (60)		± (66)
Gold-fish no. 159	++ (111)	++ (100)	— (189)	
Gold-fish no. 160	+++ (15)	+++ (74)	± (121)	
Angel-fish no. 115	+++ (106)	+++ (48)	++ (66)	— (54)
Angel-fish no. 117	+++ (59)	+++ (72)	— (48)	

+++ means stable formation of conditioned inhibition; ++ means unstable formation; ± means that the formation was doubtful; — means that it was not formed.

Numerals in brackets indicates number of applications of complex stimuli.

In all of the gold-fish, except on G. no. 151, there appeared a generalisation in response to the first application of complex stimuli. During the course of several applications of the complex stimuli, the positive conditioned reflex began to be disturbed somewhat. In almost all of the fishes experimented on, weak conditioned inhibition was elaborated by some dozen applications of the complex stimuli, and it became stable after applications of 30 to 84 times. But, two of them (G. no. 154 and no. 160) began to differentiate very quickly and in that condition a stable differentiation was worked out. Figures 1 and 2 illustrate the process of the formation of conditioned inhibition. In only one case (G. no. 156) stable conditioned inhibition was not elaborated.

The two angel fish experimented on, also, generalised at the first application of complex stimuli. In the course of applications of complex stimuli, the positive conditioned reflex was disturbed. Frequently they reacted positively to the complex inhibitory stimuli. After this, the positive conditioned reflex restored and the conditioned inhibition was established (Figs. 3 and 5).

II. Application in a chain order of the conditioned inhibitive agent and a conditioned stimulus

Each element of the complex stimuli as inhibitor was consecutively applied on the gold-fishes in which the simultaneous conditioned inhibition had been elaborated. That is to say, after bubbling was introduced for 10 seconds, a light was applied without intermission for the same period. As is indicated in Table 2, five out of six fishes were successful to produce this kind of conditioned inhibition. One exceptional case (G. no. 156) was that in which a stable conditioned inhibition was not worked out even by the simultaneous application of complex stimuli.

In the fishes (G. no. 154 and no. 160) in which the inhibitory process was exceedingly developed, the conditioned inhibition was relatively quickly worked out (Fig. 1), but the conditioned reflex of the second order to bubbling was not easily formed. In the fishes in which the inhibitory process was not so

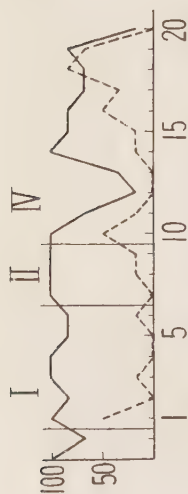


Fig. 1 Showing the process of formation of conditioned inhibition at which it was very quickly established in the simultaneous and consecutive applications of complex inhibitive stimuli. Gold-fish no. 154. Ordinate indicates the number of peckings in per cent to the positive stimulus and the complex inhibitive stimuli in one series of experiments; abscissa, days. Full line indicates reactions to the positive stimulus; broken line, reaction to the complex inhibitive stimuli; I, simultaneous applications of complex stimuli; II, consecutive applications of complex stimuli without intermission; III, consecutive applications of complex stimuli at 5-second intervals; IV, consecutive applications of complex stimuli at 10-second intervals.

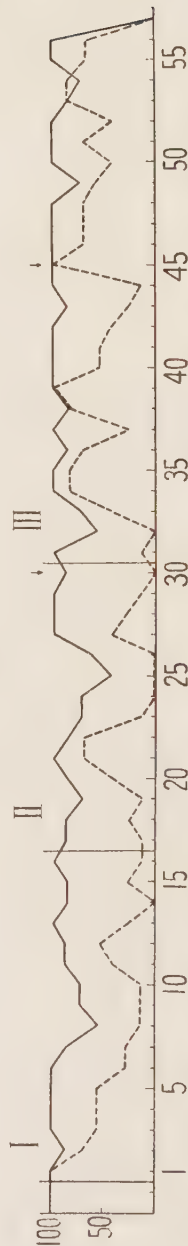


Fig. 2 Showing the process of formation of conditioned inhibition at which it was established in a wave-like process. Gold-fish no. 159. See figure 1 for the legends. Arrows indicate the experimental days corresponding to the kimographs shown in figure 4a and 4b, respectively.

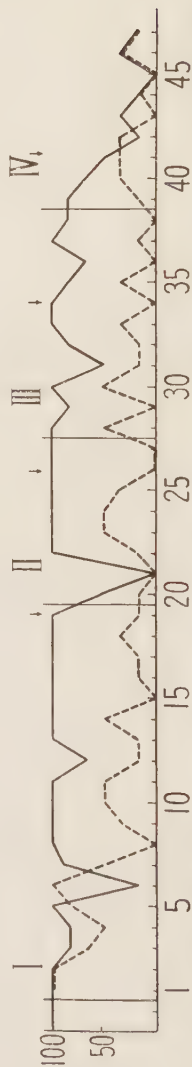


Fig. 3 Showing the process of formation of conditioned inhibition. Angel fish no. 115. See figure 1 for the legends. Arrows indicate the experimental days corresponding to the kimographs shown in figure 5a, 5b, 5c, and 5d, respectively.

strongly developed (G. no. 153 and no. 159), the differentiation was successful, but the progress of differentiation took a wave-like shape and the conditioned reflex of the second order occurred frequently. The positive conditioned reflex was not disturbed so much.

In those in which the inhibitory process was very weak (G. no. 151 and no. 156), the secondary conditioned reflex appeared and the positive conditioned reflex was broken down so prominently soon after the complex stimuli were introduced, that the differentiation was difficult to be stably established, taking a wave-like shape. Especially, one of them could not retain the differentiation over than 60 % for more than 2 days.

As has been clearly seen from the above, the phenomenon that the secondary conditioned reflex to bubbling is formed in the course of consecutive applications of complex stimuli is largely dependent upon the individual differences. In other words, the secondary conditioned reflex is very easily formed in the fish in which the excitatory process is far more strong than the inhibitory process, and, on the other hand, in the reverse type, it is very difficult. Concerning the formation of the secondary conditioned reflex, however, it must be noted here that the fact that the secondary conditioned reflex was formed in the fish was based upon the observation that they proceeded towards the bubbles during bubbling. Really, it was on very rare occasions that the fish pecked the bead in response to bubbling stimulation.

The two angel fish in which the conditioned inhibition had been established by simultaneous applications of complex stimuli, too, were used to determine whether or not the conditioned inhibition would be brought about by the consecutive applications of complex stimuli. They were able to differentiate such complex stimuli as inhibitor, although they showed a wave-like process to attain a stable conditioned inhibition. Although the secondary conditioned reflex occurred very frequently in both cases, the positive conditioned reflex was not disturbed in the one, but in the another (Ang. no. 115) it was once completely destroyed immediately after introduction of complex stimuli and recovered soon (Fig. 3).

It may be said that the conditioned inhibition by means of consecutive applications of complex stimuli is just alike that found in the gold-fish whose inhibitory process is of medium quality (G. no. 153).

III. *Application in a chain order with 5-second intervals between the conditioned inhibitive agent and a conditioned stimulus*

In the two gold-fish (G. no. 159 and no. 160) and the two angel fish, in which the conditioned inhibition was worked out by consecutive applications of complex stimuli, complex stimuli with 5-second intervals in each were applied.

In gold-fish, the conditioned inhibition was effective during the first several applications of the complex stimuli, but then after the inhibition became very weak. During a long course of the above application, the conditioned inhibition over 50 % was observed only for one or two days of the whole experimental series. Notwithstanding that the positive conditioned reflex was not so much destroyed, the conditioned inhibition was lost. After 30 applications of complex stimuli, both the negative and positive conditioned reflexes were disappeared (Figs. 2 and 4).

In one of the two angel fish (Ang. no. 115), although the secondary condi-

tioned reflex occurred very frequently and the positive conditioned reflex was slightly disturbed for some time after the introduction of complex stimuli, the differentiation was completed (Fig. 5). In the other one, however, the secondary conditioned reflex also occurred though less frequent and the positive conditioned reflex was abruptly destroyed after 50 applications of complex stimuli. Since this fish became so nervous that the further trials were not possible, the experiment was discontinued.

IV. *Application in a chain order with 10-second intervals between the conditioned inhibitive agent and a conditioned stimulus*

Further experiments with the three gold-fish in which the conditioned inhibition had been established by consecutive applications of complex stimuli and with the one angel fish succeeded at a 5-second interval (Ang. no.115) were conducted by successive applications of complex stimuli with 10-second interval.

As regards the gold-fish, there appeared the secondary conditioned reflex very frequently and the positive conditioned reflex was severely destroyed. After all, all of the fish experimented on gradually became irresponsible to both the positive and negative conditioned stimuli. The occurrence of the secondary conditioned reflex, of course, was disappeared. The same was also true in the angel fish (Fig. 5).

DISCUSSION

According to Prazdnikova (1953a), who studied on the conditioned inhibition in fishes, the simultaneous conditioned inhibition is possible to be formed, but it is relatively difficult to obtain a stable conditioned inhibition when the inhibitory agent and the positive stimulus are given successively. If 5-second intervals between the two stimuli are placed, the conditioned inhibition is exceedingly unstable, and in cases of 10-second intervals it is completely impossible.

Our result seems to confirm that of Prazdnikova. Our observation showed that the simultaneous conditioned inhibition was successful to be stably worked out in all fishes examined but only one exception. Except this exception, the consecutive conditioned inhibition also was elaborated relatively stably, although Prazdnikova noted that it was not stable. However, when the two stimuli are given at 5-second intervals, in one out of four fishes the conditioned inhibition was elaborated. In all of the others, however, the positive conditioned reflex was destroyed and the conditioned inhibition was not formed. When applied at 10-second intervals between both stimuli, no conditioned inhibition was established.

As is seen from the above, the fact that the simultaneous conditioned inhibition is formed in fishes would reveal that they possess an ability, to some extent, to analyse the two stimuli. If the inhibitor be stronger than the excitator the conditioned inhibition will be elaborated.

We as well as other investigators find that in fishes, the process of internal inhibition is weak as compared with higher forms in general (Tuge, 1957). Accordingly, it requires much more time to develop the process of internal inhibition which is sufficient enough to surmount the excitatory process. Being different from higher forms, the conditioned inhibition is formed after 30 to 84 applications of complex stimuli as inhibitor. The result

agrees well with that obtained by Prazdnikova (1953a). It, however, is very peculiar that there were found a very few cases which showed a very quick formation of the conditioned inhibition, namely, G. no.154 and no.160. It is true that there are some fishes, in which rather intensive orienting reactions evoked by application of external stimulus are not readily extinguished, acting as inhibitory. In such cases, we presume that when applied both stimuli simultaneously, the external inhibition would annihilate the effect of the positive signal. Thus, the conditioned inhibition was elaborated very rapidly without passing through the generalisation phase. Vedyayev (1956) found in his experiment of complex stimuli with fishes that differentiation is formed without the generalisation phase, indicating that physiological mechanism concerning the analytico-synthesis for complex stimuli in fishes is not alike with that in higher forms. A few years ago, we found a similar phenomenon in chickens, in which there are two types of the process of inhibition in the course of formation of differentiation, that is, the property of orienting inhibition and that of differential inhibition (Tuge, Shima and Koga, 1956). The intensive orienting inhibition suppresses the process of generalisation and is then transformed into the differential inhibition.

Our experiment concerning the successive two stimuli without intermission between them, also, showed that the conditioned inhibition is worked out. This does not seem to be a very difficult task for fishes. The mechanism involved for the performance of this conditioned inhibition may be almost the same as shown in that applying both stimuli simultaneously. That is to say, in order to produce the conditioned inhibition, the synthetic function in the higher nervous activity would not participate in it, to a large extent. If, however, there is an interval of a few seconds between the two stimuli, the situation is somewhat different. In this case, it is dependent upon either an after-effect (traces) of the inhibiting stimulus, or the synthetic function between both stimuli, in order that the conditioned inhibition is elaborated. In reality, it was exceedingly difficult at 5-second intervals and furthermore it was impossible at 10-second intervals in the fishes we examined.

From our result, it may be said that in fishes, the analytic function is somewhat more developed than the synthetic function as well as that the excitatory process is more superior than the inhibitory one.

Voronin (1953, 1955) remarks in his comparative study of the higher nervous activity that the impossibility or extreme difficulty of forming a conditioned inhibition with a few second intervals between both stimuli in fishes may be explained by the fact that preservation of the traces of stimulations in the nervous system is weak. Thus, the formation of the conditioned inhibition with 5-second intervals is not possible in the lower vertebrates, but only in the higher forms, especially in chimpanzee, it is with 10-second intervals possible.

We observed frequently there occurred the positive reaction to the added agent when applied both stimuli successively. It must be a formation of the second order of the conditioned reflex, as observed by Prazdnikova and others. Voronin (1957) states that the secondary conditioned reflex is formed throughout the vertebrates series even in fishes, and, furthermore, in the animals in which the excitatory process is superimposed it tended to be formed more quickly than the conditioned inhibition is. Our observation would support his

hypothesis revealing that in those fishes which are far dominant in the excitatory process the secondary conditioned reflex is formed and then the conditioned inhibition is worked out, while in those which are superior in the inhibitory process the secondary conditioned reflex is not formed, if not at all, the conditioned inhibition is elaborated just as it is.

SUMMARY

1) Possibility of formation of the conditioned inhibition has been studied by applying the conditioned complex inhibitor in gold-fish and angel fish. As a conditioned inhibitive agent, bubbling was used and as a positive stimulus, a light. The observation was made by means of food motor conditioned reflex.

2) The conditioned inhibition by simultaneous applications of a conditioned inhibitive agent and a positive stimulus was formed relatively quickly.

3) The conditioned inhibition by successive applications of the two stimuli without intermission was also worked out without great difficulty. However, the conditioned inhibition was almost impossible when a 5-second interval between both stimuli was placed. If the interval was made 10-second, the conditioned inhibition was never formed.

4) Discussions concerning the mechanism of formation of the conditioned inhibition in lower vertebrates such as fish have come to the following conclusions: That the conditioned inhibition is quickly elaborated in fishes in which an additional agent acts as an external inhibition, and that the consecutive conditioned inhibition is hardly worked out, is due to the fact that the synthetic function of the higher nervous activity is poorly developed and the traces of stimulation are weak.

We are greatly indebted to Mr. Hatsutaro Shimamura and Mr. Hidemasa Ochiai for their ardent assistance.

LITERATURE CITED

- PRAZDNIKOVA, N. V. (1953). A method for the study on the motor food conditioned reflex in fish (in Russian). *Dzurn. vyssh. nerv. deyat.*, 3, 3, 464-468.
- PRAZDNIKOVA, N. V. (1953a). The food motor conditioned reflex and conditioned inhibition in fish (in Russian). *Tr. Inst. fiziol. im. Pavlova*, 2, 370-383.
- PRAZDNIKOVA, N. V. (1955). The food motor conditioned reflex to the chain of stimuli in fish (in Russian). *Dzurn. vyssh. nerv. deyat.*, 5, 6, 901-911.
- TAGIEV, SH. K. (1957). Dynamics of establishing complex motor conditioned reflexes to the chain of stimuli in carps, pigeons and rabbits (in Russian). *Dzurn. vyssh. nerv. deyat.*, 7, 2, 306-314.
- TAGIEV, SH. K. (1958). The synthesis of two different motor conditioned reflexes into a chain of movements in fishes, pigeons and rabbits (in Russian). *Dzurn. vyssh. nerv. deyat.*, 8, 3, 431-436.
- TUGE, H. (1957). Some problems of the internal inhibition in ontogeny and phylogeny (in Russian). Problems of the physiology of the central nervous system, 567-573.
- TUGE, H., Y. KANAYAMA and H. OCHIAI (1956). Studies of the conditioned reflex in the lower vertebrates. IV. Differentiation in gold-fish. *Annual Report of Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory*, No. 3, 23-33.
- TUGE, H., I. SHIMA and K. KOGA (1956). Studies of the conditioned reflex in the lower vertebrates. III. Motor-food conditioned reflex in domestic fowls. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Biol.*, 22, 2, 115-136.
- VEDYAEV, V. P. (1956). On physiology of conditioned reflexes to the complex stimuli in fish (in Russian). *Dzurn. vyssh. nerv. deyat.*, 6, 4, 604-611.
- VORONIN, L. G. (1953). On the evolution of the properties of nervous processes. *Communications at the XIX International Physiological Congress*, 56-62.

- VORONIN, L. G. (1955). Some problems on the comparative physiology of the higher nervous activity (in Russian). *Vestnik MGU*, Nos. 4-5, 207-217.
- VORONIN, L. G. (1957). The comparative Physiology of the Higher Nervous Activity (in Russian). *Moscow Univ. Press*, Moscow.

下等脊椎動物の条件反射に関する研究

VIII. 金魚とエンジェル・フィッシュの条件制止

柘植秀臣¹・金山行孝²・山岸 宏²

摘 要

魚類においては、内制止過程が高等動物に比して十分に発達していないことは既に認められているが、さらに高次神経活動における分析と総合の機能がどの程度まで発達しているかを明らかにすることは、魚類の行動を生理学的に分析する上で重要な課題である。

本実験では、金魚及びエンジェル・フィッシュを用い、食餌条件反射によつて条件制止の形成の可能性を追求した。まず Prazdnikova (1953) の食餌獲得法により陽性条件反射を形成し、その後、複合制止刺激を適用した。陽性条件刺激としては白色 2 燭光の電灯、複合刺激としては同上の白色光に水槽中への気泡を附加したものをを用いた。

同時複合刺激を制止体として用いたときには、金魚においてもエンジェル・フィッシュにおいても、条件制止は比較的速かに形成される。また、複合刺激の両要素を継時的に適用した場合でも、金魚及びエンジェル・フィッシュにおいて、条件制止は大体容易に形成される。しかし、複合刺激の両要素の適用間隔を 5 秒にする連鎖複合刺激の場合には、この種の条件制止の形成は金魚でもエンジェル・フィッシュでも殆ど不可能であつた。さらに、両要素の適用間隔を 10 秒にする連鎖複合刺激の場合には、条件制止の形成は全く不可能であつた。

以上の結果からみて、魚類では複合刺激にたいする高次神経活動の綜合能力が著しく劣り、しかもそれは分析能力より劣っているし、また外部刺激にたいする痕跡機能も極めて弱いと考えられる。

当研究所員によつて本研究年報以外の出版物に発表された報文一覧表

(1958 年 1 ～ 12 月)

- 深 滝 弘：対馬暖流水域におけるブリ稚魚の出現分布について。ていち，(16)：35-45.
- 浜 部 基 次：隠岐島に於けるスルメイカの計測調査。島根県水産試験場事業報告，(昭和29—31年度)：183-235.
- 伊藤勝千代：ミツカドヒシガニのはさみにカキ殻が着生。採集と飼育，20 (4)：119.
- 町中 茂・ほか：スルメイカに関する研究—洄游。対馬暖流開発調査報告書，第4輯（漁業資源篇）：33-39.
- 西 村 三 郎：日本列島対馬暖流域におけるハリセンボンの“寄り”現象について。
I. “寄り”の地域的・時期的出現状態 (1). 日本海洋学会誌，14 (2)：53-58.
II. “寄り”の地域的・時期的出現状態 (2). 同 誌，14 (2)：59-63.
III. “寄り”の生態学. 同 誌，14 (3)：103-107.
IV. “寄り”の機構に関する考察. 同 誌，14 (3)：109-116.
- 野口栄三郎：サバ類の化学的研究。対馬暖流開発調査報告書，第4輯（漁業資源篇）：106-119.
- 野口栄三郎・山本常治：ヒノキチオールの鮮度保持効果。日本水産学会誌，24 (6-7)：524-530.
- 小 川 良 徳：但馬地方産メダカの臀鰭軟条数の変異。採集と飼育，20 (2)：48-51.
- 岡地伊佐雄：日本海区漁場のマサバの体長組成と漁獲量。対馬暖流開発調査報告書，第4輯（漁業資源篇）：123-132.
- 岡地伊佐雄・ほか：マサバの年令と成長。附 ゴマサバの年令と成長。同 書：20-38.
- 下 村 敏 正：筏“日本海”による漂流調査報告。日本海新漁場開発調査会刊行，137pp.
- 下 村 敏 正：日本海の漁場開発調査について。対馬暖流開発調査報告書，第3輯（漁場開発篇）：3-9.
- 内橋潔・西村章作・ほか：対馬暖流開発調査報告書，第5輯（漁村実態調査篇），234pp.
- 渡辺徹・伊藤勝千代・ほか：兵庫県津居山沖における底魚群集構造に関する研究。兵庫県水産試験場試験報告，(9)：1-20.

株式会社第一印刷所

新 潟 市